

Unión Geofísica Mexicana, A.C.

geofis



Volumen 25
No. 3
Diciembre de 2005

GEOS

<http://www.ugm.org.mx/geos.html>

BOLETÍN INFORMATIVO DE LA UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.

GEOS se publica dos veces al año patrocinada por el Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE) y editada conjuntamente por la UGM y el CICESE.

UNIÓN GEOFÍSICA MEXICANA, A.C.
Mesa Directiva 2006-2007

Dr. Julián Adem Chain
Presidente Honorario

Dr. Luis Alberto Delgado Argote
Presidente

Dr. Oscar Campos Enríquez
Vicepresidente

Dr. José Manuel Romo Jones
Secretario General

Dra. María Teresa Cavazos Pérez
Tesorero

Dr. Roberto S. Molina Garza
Secretario de Investigación

Dr. Modesto Ortiz Figueroa
Secretario de Difusión

Dr. Thierry Calmus
Secretario de Educación

Editores Principales

Luis A. Delgado Argote
ldelgado@cicese.mx
CICESE

Modesto Ortiz Figueroa
ortizf@cicese.mx
UGM

Comité Editorial

Harald Böhnelt, UNAM
Noel Carbajal Pérez, IPICYT
Oscar Campos, UNAM
Gerardo Carrasco, UNAM
Ana Luisa Carreño, UNAM
Carlos Flores Luna, CICESE
José Luis Frias Salazar, INEGI
Juan García Abdeslem, CICESE
René Garduño, Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM
Manuel Grajales N., Instituto Mexicano del Petróleo
Margarita López Martínez, CICESE
Alejandro Hinojosa Corona, CICESE
Miguel Lavín Peregrina, CICESE
Luis Munguía Orozco, CICESE
Jorge Ledesma Vázquez, UABC
Guillermo Pérez, PEMEX
Domitilo Pereyra, Universidad Veracruzana
Francisco José Sánchez Sesma, UNAM
Miguel Téllez, UABC
Gustavo Tolson, UNAM
Carlos Suárez Plascencia, Universidad de Guadalajara
Héctor Pérez de Tejada, Instituto de Geofísica, UNAM

GEOS, boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales, artículos de divulgación, notas cortas, aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las Ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM. Las instrucciones para los autores se encuentran al final de cada número y en <http://www.ugm.org.mx/geos.html>

Dirigir toda correspondencia a:
Editorial GEOS
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
ldelgado@cicese.mx
Tel. en Ensenada B.C.: (646)175-0500, Ext. 26060

Apoyo Técnico Editorial
Gustavo Peinemann Le Duc - peinemann@cicese.mx
María Cristina Álvarez Astorga
Alejandro F. Nava Pichardo

Título: GEOS

Periodicidad: cuatrimestral

ISSN: 0186-1891

Editado en la División de Ciencias de la Tierra, CICESE, Carret. Ensenada-Tijuana No. 3918, Zona Playitas 22860, Ensenada B.C., México.

EDITORIAL	...407
Artículos de Investigación	
Estimación de temperatura potencial y salinidad promedio de la superficie de 27.0 de la región sureña de la Corriente de California por el método de análisis objetivo Gilberto Jerónimo Moreno y José Gómez Valdés	...408
Artículos de divulgación	
Flujos piroclásticos asociados a la actividad explosiva del Volcán Colima y perspectivas futuras José Luis Macías, Ricardo Saucedo, Juan Carlos Gavilanes, Nick Varley, Sergio Velasco García, Marcus Bursik, Víctor Vargas Gutiérrez y Abel Cortés	...417
Reporte	
Boletín de la red sísmica del noroeste de México (periodo enero a diciembre de 2005) Antonio Vidal Villegas, Luis Munguía Orozco, Luis Orozco León, Oscar Gálvez Valdez, Francisco Farfán Sánchez, Ignacio Méndez Figueroa, Sergio Arregui Ojeda	...429
Nota	
Tsunamis, sismos y huracanes y la XI Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra en Baja California Enrique Gómez Treviño	...440
In memoriam	
En memoria del Dr. Cecilio Rebollar Bustamante Luis Munguía Orozco	...458
Capítulos estudiantiles	
Red de estudiantes de geociencias (RedesGeo) Irving Rafael Arvizu Gutiérrez, Luis Navor Robles Vázquez, Elisa Fitz Díaz, Gabriel Chávez Cabello, Oscar Gabriel Dávalos Álvarez, Hugo Beraldi Campesi, Karina Elizabeth Cervantes de la Cruz, María Guadalupe Dávalos Elizondo y Berlaine Ortega Flores	...460
Directorio	
Directorio de miembros de la UGM	...466
Comunicaciones	
Política editorial	...486

La convocatoria de Ciencia Básica y del PNPC 2006

Días antes de que iniciara el esperado periodo vacacional por la mayoría de los académicos del país y después de siete meses de la fecha en que se sometieron los proyectos que respondieron a la Convocatoria de Ciencia Básica de SEP-CONACYT 2006, aparecieron los resultados. En distintos lugares hubo manifestaciones de sorpresa y malestar al encontrar que a cada uno de los proyectos aceptados se le asignó una prioridad. Las prioridades fueron tres, según lo establecieron las comisiones evaluadoras: en la primera quedó el 10% de los proyectos, en la segunda el 20% y, en la tercera, otro 20%, lo que representa la mitad de los 1772 proyectos evaluados. Los proyectos del primer y segundo grupo recibirían, salvo los ajustes presupuestales, el 100% y 75% de los recursos solicitados, respectivamente. Los de la tercera prioridad, que representan el 34% del total (306 proyectos), recibirían \$130,000 pesos cada uno, que equivale al 6.4% del presupuesto de 627 millones de pesos asignado para apoyar a todos los proyectos de la Convocatoria 2006

Esta forma de distribución puede obedecer a una estrategia de asignación presupuestal o puede corresponder a una coincidencia en los resultados de las evaluaciones que permitió separar los proyectos en dos grupos y después, el mejor de ellos, en tres grupos más. Existen muy variadas interpretaciones a este ejercicio, sin embargo, aún falta escuchar alguna que mencione las razones académicas. No sólo es preocupante que los mecanismos de distribución presupuestal no hayan sido claros en esta convocatoria, también son preocupantes la poca claridad en la política de apoyo a la ciencia y el hecho de que el año anterior el monto aprobado para ciencia básica haya sido casi 20 millones de pesos superior. Dicha preocupación se extiende ahora al próximo proceso de evaluación y seguimiento de programas de posgrado que se hará en octubre del presente año.

En la convocatoria para el registro al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) se menciona que los programas que logren su registro podrán solicitar becas para los estudiantes que cumplan con los requisitos establecidos en el reglamento de becas del CONACYT y que, en el marco del PIFI (Programa Integral de Fortalecimiento Institucional), la SEP/SES podrá otorgar recursos para la operación de los programas de posgrado a aquellos que reciban una evaluación positiva en esta convocatoria. Vale la pena mencionar que los centros de investigación no califican en el PIFI. Se menciona asimismo que una de las políticas del PNPC es aumentar el número de programas que integran el padrón nacional de posgrados SEP-CONACYT y es explícito que el otorgamiento de becas estará sujeto a la disponibilidad presupuestal del CONACYT y a criterios de equidad y pertinencia.

Tanto en los programas de apoyo a la ciencia básica, como en el PNPC, parece clara la intención de beneficiar la investigación y la educación superior a través de procesos de evaluación por comités de pares. Lo que no parece claro son los criterios de asignación presupuestal de la federación para concretar las buenas intenciones y establecer una sólida política para garantizar la calidad educativa y el crecimiento científico.

Con respecto a los apoyos a la investigación básica, una buena noticia es que los responsables de los proyectos ubicados en la prioridad tres podrán participar en la convocatoria 2007

Estimación de temperatura potencial y salinidad promedio de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$ de la región sureña de la Corriente de California por el método de análisis objetivo

Gilberto Jerónimo Moreno ¹, José Gómez Valdés ²

Departamento de Oceanografía Física del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), Km 107 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, Baja California, México.

Correo electrónico: gjeronim@cicese.mx.

Correo electrónico: jgomez@cicese.mx.

RESUMEN

En este trabajo se estudia la termodinámica de la capa subsuperficial de $27.0 \sigma_\theta$ de la región sureña de la Corriente de California, usando los datos hidrográficos de 29 cruceros del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL). Los campos promedio de temperatura potencial y de salinidad de esta superficie fueron obtenidos a partir del análisis objetivo. Las escalas de correlación de los campos termodinámicos fueron determinadas por medio de variogramas obtenidos de los datos. El estimador fue validado con ensayos Monte Carlo. La superficie de $27.0 \sigma_\theta$ se localizó a profundidades entre 470 y 520 m. En los patrones de temperatura potencial y salinidad en mar adentro se observó la intrusión de aguas frías y poco saladas del norte, que se puede asociar a la Corriente de California, y sobre el talud continental la intrusión de aguas cálidas y más saladas del sur, que se puede asociar a la Contracorriente Subsuperficial. Los resultados de este estudio indican que la profundidad de 500 m como referencia para el método geostrofico debe ser revisada.

Palabras clave: temperatura potencial, salinidad, superficie de $27.0 \sigma_\theta$, análisis objetivo, región sur de la Corriente de California.

ABSTRACT

We examine the mean thermodynamic fields in the southern region of the California Current, using hydrographic data from 29 surveys from Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) program. Objective analysis is applied to estimate the potential temperature and salinity distributions on the surface $27.0 \sigma_\theta$. The correlation scales were obtained by experimental variograms. The validation of the estimator was made by Monte Carlo simulations. The surface of $27.0 \sigma_\theta$ is located between depths of 470 and 520 m. The potential temperature and salinity patterns indicate an offshore cold and fresh water intrusion flowing from north associated with the California Current, and a warmer and salty water intrusion on the continental slope flowing from south associated with the California Undercurrent. These results strongly suggest that the 500 m depth taken as a reference level for the geostrophic method should be reviewed.

Key words: potential temperature, salinity, surface of $27.0 \sigma_\theta$, objective analysis, southern region of the California Current

INTRODUCCIÓN

Las corrientes marinas de gran escala se encuentran en balance geostrofico, es decir, el efecto de la rotación de la tierra sobre las partículas en movimiento se compensa con el gradiente de presión interno. Tal es el caso de la Corriente de California, la que recorre, de norte a sur, gran parte de la costa oeste de Norteamérica. Esta corriente es generada por el campo de vientos de escala grande del mismo hemisferio y transporta agua poco salada y de baja temperatura. Frente a Baja California no solo fluye la Corriente de California, sino también dos contracorrientes: la Contracorriente Superficial Costera y la Contracorriente Subsuperficial (Lynn y Simpson, 1987). Estas tres corrientes varían tanto en espacio como en tiempo a diversas escalas, siendo la mesoscala la mejor documentada (Gómez-Valdes, 1983; Lynn y Simpson, 1987; Soto-Mardones et al., 2004). Las contracorrientes están confinadas a la zona comprendida entre el talud continental y la costa. La Contracorriente Subsuperficial de California transporta de sur a norte agua cálida y salada de origen ecuatorial. Las masas de agua que mezclan la Corriente de California y la Contracorriente Subsuperficial son de origen subártico la primera y de origen ecuatorial la segunda (Sverdrup et al., 1942).

En 1997 comenzó el programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL) para estudiar la variabilidad espacial y temporal de dichas corrientes frente a Baja California. Desde entonces, en forma casi ininterrumpida, se han realizado cruceros oceanográficos cuatro veces al año para observar los cambios estacionales en la región. La información acumulada de los campos termodinámicos permite el uso de métodos estadísticos para mejorar la estimación de su variabilidad espacial y temporal. En particular, Jerónimo y Gómez-Valdés (2006) determinaron la variabilidad espacial de la superficie isopícnica de $25.0 \sigma_{\theta}$, embebida en la Corriente de California, empleando el método de análisis objetivo (Davis, 1985). Estos autores introdujeron con éxito el estudio de superficies isopínicas como una herramienta para dilucidar el transporte y la mezcla de las masas de agua en diferentes capas en la región IMECOCAL. Ya que la superficie de $27.0 \sigma_{\theta}$ está cerca del límite inferior de la influencia de la Corriente de California y muy probablemente dentro del núcleo de la

Contracorriente Subsuperficial (Gómez-Valdés, 1983), resulta atractivo estudiar la distribución de sus propiedades.

El propósito de este trabajo es estimar por análisis objetivo los campos de temperatura potencial y salinidad promedio de la superficie de $27.0 \sigma_{\theta}$ que se encuentran frente a la costa oeste de Baja California. Una vez obtenidos los estimadores, se discute la física de la distribución de las propiedades termodinámicas de la superficie de $27.0 \sigma_{\theta}$. Finalmente, por motivos didácticos, se elabora un apéndice en donde se describe con detalle el desarrollo matemático del método de análisis objetivo.

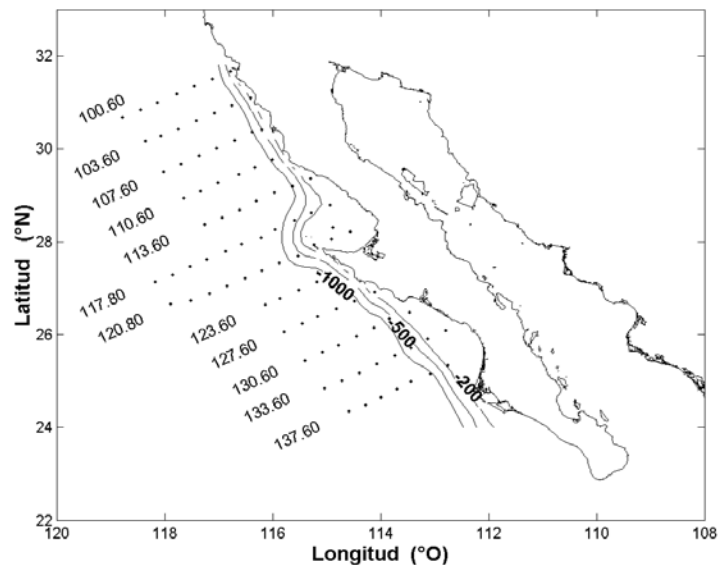


Figura 1. Red de estaciones del programa Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California (IMECOCAL). Los valores enteros representan la identidad de la línea hidrográfica y los números decimales, la identidad de la estación.

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS OBJETIVO A LA REGIÓN SUREÑA DE LA CORRIENTE DE CALIFORNIA

Los datos utilizados en el presente trabajo son de 29 cruceros oceanográficos del programa IMECOCAL, los que abarcan el periodo de julio de 1998 a octubre de 2005. En la Figura (1) se muestra la red de estaciones de los cruceros los que cubren una malla formada por doce líneas hidrográficas, en donde la mayoría de las estaciones de muestreo (puntos de la red) están separadas por una distancia de 37 km y la distancia entre cada línea hidrográfica es de 74 km.

En general, en cada estación se realizaron lances de CTD (Conductivity, Temperature, Depth) desde la superficie hasta 1,000 m de profundidad, aunque en algunas ocasiones se realizaron lances más profundos. Como hay estaciones con profundidad menor a 1,000 m, en ellas los lances fueron más someros. En la mayoría de los cruceros se utilizó un sistema CTD modelo SBE-911 plus, cuyo sensor de conductividad tiene una precisión de 0.003 mmho cm⁻¹, el de temperatura de 0.0002 °C y el de presión de 0.001 % de la escala completa. García-Córdova et al. (2005) reportan una descripción completa del procesamiento de los datos.

En las secciones siguientes se presentan los pasos que conducen a la aplicación del método de análisis

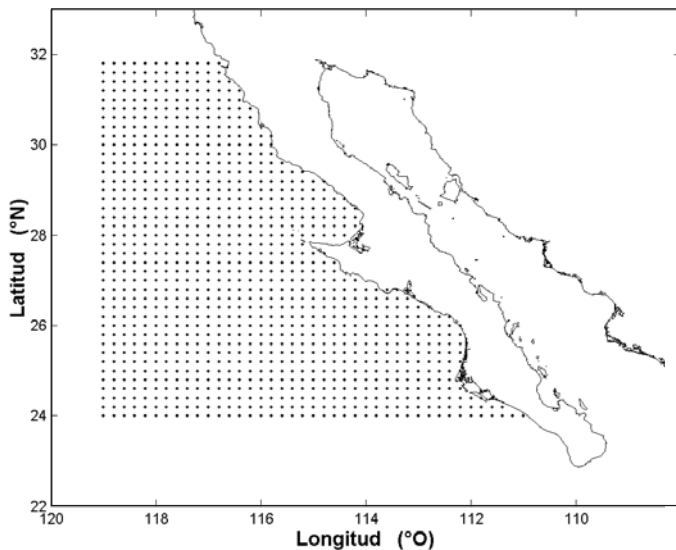


Figura 2. Malla generada por diferencias finitas para la región IMECOCAL.

objetivo para la estimación de la temperatura potencial (θ), salinidad (S) y profundidad (H) de la superficie de 27.0 σ_θ del área de estudio del programa IMECOCAL. En el apéndice se encuentra la descripción matemática del método.

GENERACIÓN DE LA MALLA PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS CAMPOS TERMODINÁMICOS

Debido al auge de los modelos numéricos en las ciencias geofísicas, el problema de generación de mallas ha recibido mucha atención en años recientes. Por sus dimensiones, la región IMECOCAL se puede considerar plana y la frontera continental, una curva

suave. Para una región de este tipo, la malla se puede generar por diferencias finitas; nosotros usamos el método de Tinoco-Ruiz (1997). En la Figura (2) se muestra la malla generada por este método, en la que los puntos de observación del programa IMECOCAL son nodos. Por condiciones de minimización del error, la distancia entre puntos de la malla resultó de 18.0 km.

ESCALAS DE CORRELACIÓN

Para encontrar las escalas de correlación de los datos, se calculó la autocorrelación de las variables termodinámicas. La Figura (3) muestra la distribución de la autocorrelación de la temperatura potencial de la superficie isopícnica 27.0 σ_θ . Las isolíneas de autocorrelación pueden aproximarse por elipses concéntricas, por esta razón, para el sistema de coordenadas elegimos el eje x como la dirección del

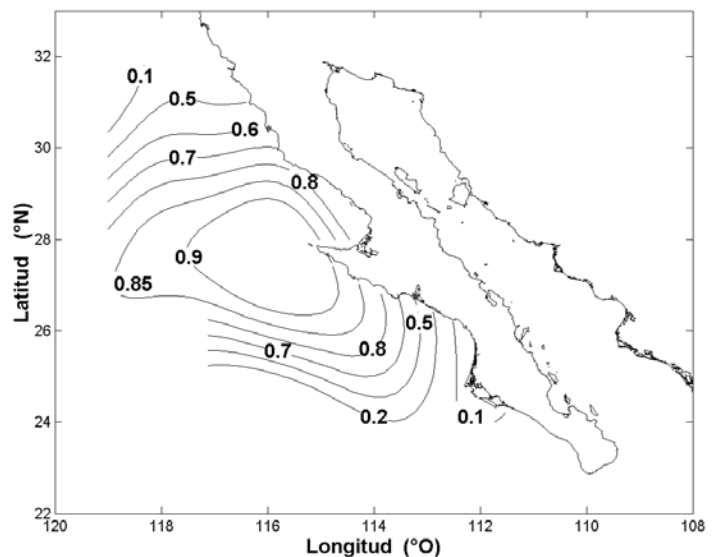


Figura 3. Covarianza de la temperatura potencial de la superficie de 27.0 σ_θ .

semi-eje menor de estas elipses (dirección ortogonal a la costa), y el eje y como la dirección del semi-eje mayor (dirección paralela a la costa), de tal manera que si asignamos un funcional a la autocorrelación, el funcional sólo dependerá de la distancia. Para determinar esta distancia, evaluamos la distancia a la que un par de puntos no estuvieran correlacionados; esta información se obtuvo analizando variogramas.

Con base en la anisotropía de la distribución de la autocorrelación del campo de la temperatura potencial de la superficie isopícnica 27.0 σ_θ hicimos dos

variogramas, los que se muestran en la Figura 4, en donde en el eje de las abscisas están las distancias entre puntos y en el eje de las ordenadas la semi-varianza, sobresale que las curvas no son iguales.

Con estos resultados, se ajustó un modelo Gaussiano (Cressie, 1993) para cada dirección, de tal manera que las funciones de las semi-varianzas fueron:

$$\gamma_1(x) = c_{01} + c_1 \left(1 - e^{-\left(x/L_x\right)^2}\right), \quad (1.1)$$

$$\gamma_2(y) = c_{02} + c_2 \left(1 - e^{-\left(y/L_y\right)^2}\right), \quad (1.2)$$

en donde $\gamma_1(x)$ es el modelo Gaussiano para la semi-varianza en la dirección ortogonal a la costa y $\gamma_2(y)$ es el modelo Gaussiano para la semi-varianza en la dirección paralela a la costa. Al ajustar las curvas (1) por mínimos cuadrados, se obtienen las escalas de correlación para cada caso, las cuales resultaron $LX = 100$ km y $LY = 120$ km, los demás parámetros usados en los ajustes fueron $c_{01} = 0.1$, $c_1 = 50$, $c_{02} = 0.15$, $c_2 = 30$. De la información obtenida a partir de los variogramas, para la construcción del estimador, se eligió la base de funciones:

$$\left\{ F_1 = 1, F_2 = e^{-\left(x/L_x\right)^2}, F_3 = e^{-\left(y/L_y\right)^2} \right\}. \quad (2)$$

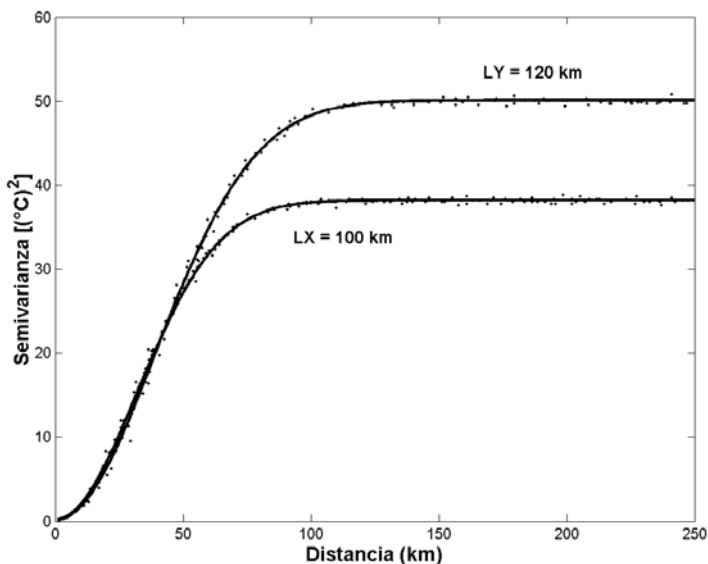


Figura 4. Variogramas de la temperatura potencial de la superficie de 27.0 σ_θ .

Con la base elegida, la función de correlación resultante es:

$$C_{xx}(\mathbf{x}) = E + (1 - E)e^{-\left(\left(x/L_x\right)^2 + \left(y/L_y\right)^2\right)}, \quad (3)$$

en donde E es el porcentaje de varianza por el ajuste de las fluctuaciones del campo de escala grande (ver el apéndice) y $\mathbf{x} = (x, y)$.

El procedimiento anterior fue repetido para los datos de salinidad y profundidad de la superficie isopícnica 27.0 σ_θ . Se encontró que las escalas de correlación, tanto para la salinidad como para la profundidad, son prácticamente iguales a las escalas de correlación de la temperatura potencial. Para encontrar el estimador de los datos, se extrajo el plano óptimo, suponiendo una covarianza Gaussiana dada por la ecuación (3). En la Figura (2) podemos notar que los puntos contenidos en la malla se extienden más allá de los límites de la red de estaciones del programa IMECOCAL. Ya que con la técnica de análisis objetivo se tiene información del error relativo del estimador, para este trabajo sólo presentamos los resultados del estimador cuyo error relativo fue menor al 10 por ciento ($E < 0.1$).

VALIDACIÓN DEL ESTIMADOR

Ensayos Monte Carlo fueron realizados para validar el estimador. Para la preparación de los ensayos, primero, para cada estación (observaciones), se buscó la profundidad (H), la temperatura potencial (θ) y la salinidad (S) correspondientes a la superficie de 27.0 σ_θ . Enseguida, con los campos estimados por análisis objetivo de H, θ y S fue calculada la densidad potencial usando la ecuación de estado (27.0 σ_θ^i). Luego se hizo la diferencia entre 27.0 σ_θ y 27.0 σ_θ^i . La Figura 5 muestra las diferencias, las cuales resultaron menores que el 1 % de los valores de 27.0 σ_θ lo que implica que la magnitud de las diferencias es pequeña en los puntos de observación. Ya que las diferencias están distribuidas aleatoriamente, se tiene que no hay tendencias observables. En los ensayos Monte Carlo se eligió la función de distribución de las diferencias entre 27.0 σ_θ y 27.0 σ_θ^i en la forma

$$\xi(\mathbf{x}) = G \delta(\mathbf{x}) + (1 - G) e^{-\left(\left(x/L_x\right)^2 + \left(y/L_y\right)^2\right)}, \quad (4)$$

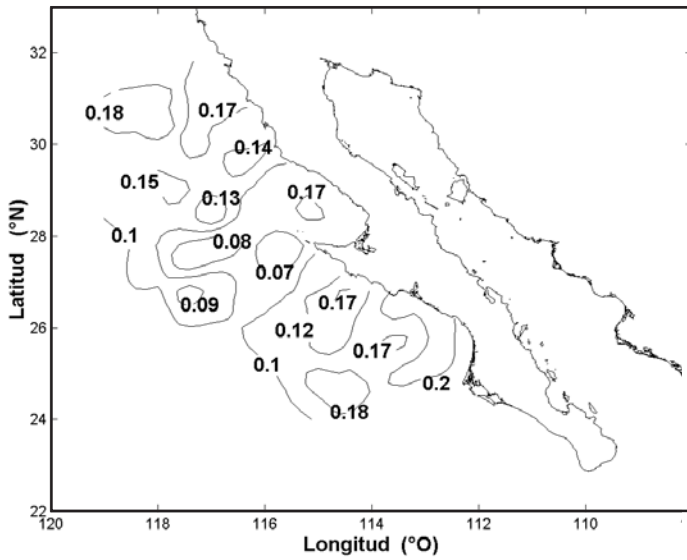


Figura 5. Valores absolutos de las diferencias entre $27.0 \sigma_\theta$ y $27.0 \sigma_\theta^i$ ($1 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^3$).

donde $\delta(\mathbf{x})$ es la función delta de Dirac, LX y LY son las escalas de correlación ya mencionadas, $\mathbf{x} = (x, y)$ son las coordenadas de las diferencias y G es el porcentaje de varianza obtenido a partir de las diferencias (Von Storch, 1997).

Los ensayos Monte Carlo mostraron que el efecto del ruido es nulo sobre las diferencias. La media estadística de cada realización fue de 0.005 kg/m^3 con una desviación estándar de 0.002 kg/m^3 lo que implica que la varianza de la magnitud de los errores está acotada. Una vez validado el estimador, se calculó el promedio y la desviación estándar de temperatura potencial y salinidad de los 29 cruceros utilizados.

TEMPERATURA POTENCIAL Y SALINIDAD DE LA SUPERFICIE DE $27.0 \sigma_\theta$

La densidad del agua de mar depende de la temperatura, la salinidad y la presión. En esta sección se presentan los resultados de la temperatura potencial y la salinidad por ser éstas las variables fundamentales en la identificación de masas de agua y fenómenos de transporte.

En la Figura 6 (a-b) se muestra la temperatura potencial promedio de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$ y su desviación estándar. Las bajas temperaturas ($< 6.6 \text{ }^\circ\text{C}$) se presentan al norte del paralelo 28°N , lejos de la

costa. Las altas temperaturas ($\approx 7.0 \text{ }^\circ\text{C}$) se presentan al sur del paralelo 26°N . Una lengüeta de baja temperatura se desarrolla de norte a sur lejos de la costa, mientras que la temperatura de la franja centrada en el talud continental es más alta que la temperatura de la lengüeta. La variabilidad de la

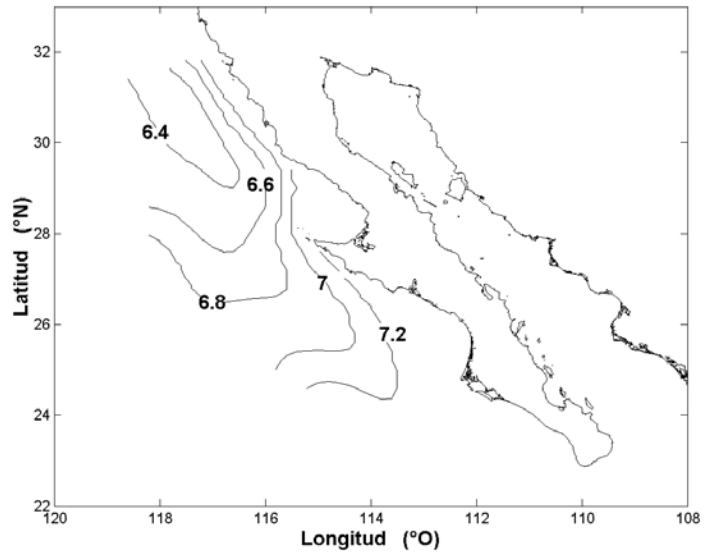


Figura 6a. Temperatura potencial de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$: (a) promedio.

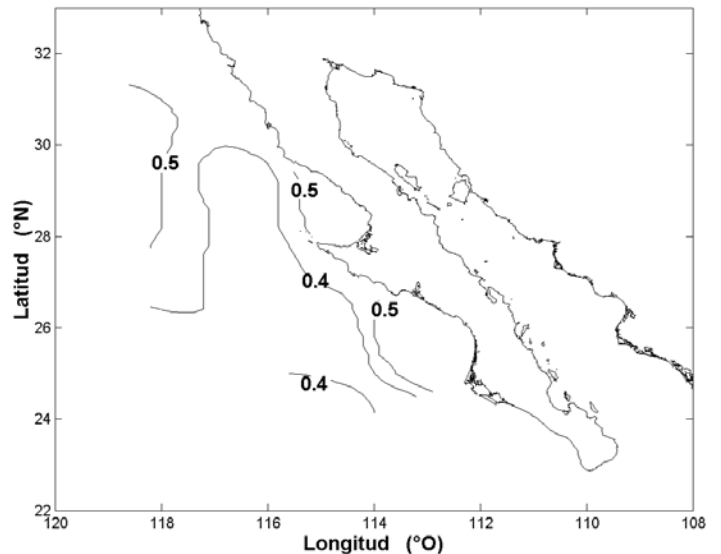


Figura 6b. Temperatura potencial de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$: (b) desviación estándar.

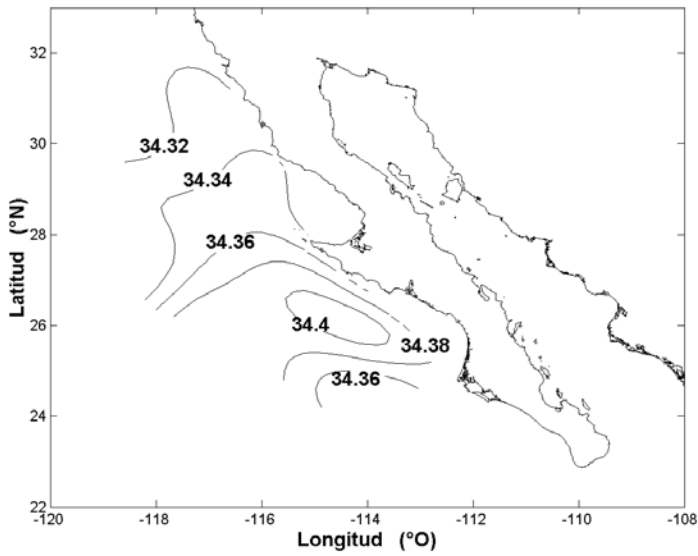


Figura 7a. Salinidad de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$: (a) promedio.

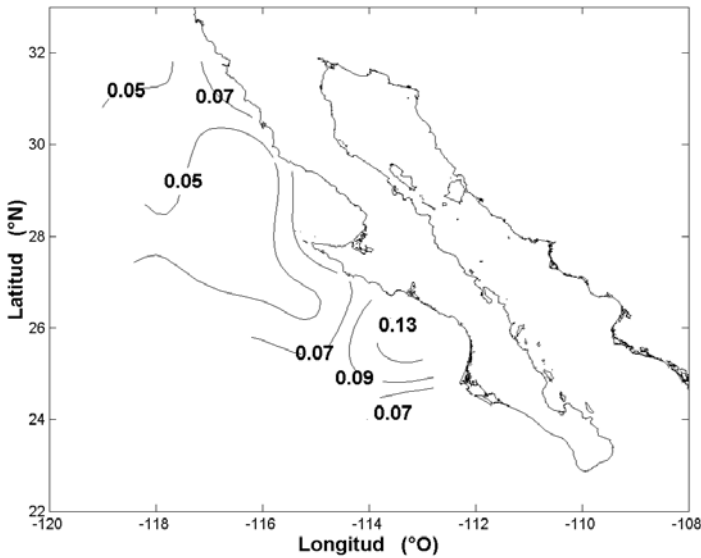


Figura 7b. Salinidad de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$: (b) desviación estándar.

temperatura de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$ es más alta (0.5°C) en la franja del talud y fuera de la costa en $28\text{--}31^\circ\text{N}$. Una lengüeta de relativamente baja variabilidad se presenta lejos de la costa al sur de 30°N . Nótese que el tamaño de la desviación estándar nos dice que no hay diferencias significativas entre el promedio más la desviación estándar al norte de Punta Eugenia y el promedio menos la desviación estándar al sur de esta punta, sin embargo sí indica que las tendencias son significativas, por ejemplo, si

comparamos el promedio más la desviación estándar al norte de Punta Eugenia con el promedio más la desviación estándar al sur de de esta punta, vemos que la diferencia es significativa ($> 0.5^\circ\text{C}$).

En la Figura 7 (a-b) se muestra la salinidad promedio de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$ y su desviación estándar. En la distribución de salinidad sobresale un frente ($34.34\text{--}34.38$) entre $26\text{--}28^\circ\text{N}$. La isolínea de 34.38 , parte sur del frente, corre sobre el talud continental al sur de 26°N . Las bajas salinidades (34.32) se presentan al norte del frente, mientras que las altas salinidades (34.40) se presentan al sur del mismo. La variabilidad de la salinidad de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$ es más alta (0.13) al sur de la región y disminuye hacia el norte, lo que indica que los cambios de la razón de aporte de sal por eventos ecuatoriales son más pronunciados en la parte sur. De esta manera, vemos que hay una tendencia a formar en promedio un frente salino en las inmediaciones de Punta Eugenia.

Los patrones de temperatura potencial y salinidad mostrados correspondieron a profundidades entre 470 y 520 m. La profundidad más baja de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$ ocurrió cerca de la costa y la más alta se presentó lejos de la costa.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En un estudio sobre la variación espacial de la capa superior del océano, más precisamente en la superficie de $25.0 \sigma_\theta$, de la región IMECOCAL, Jerónimo y Gómez-Valdés (2006) introdujeron un criterio para validar el método de análisis objetivo aplicado a datos hidrográficos. Ya que se encontró que los estimadores para los campos de temperatura potencial y para la salinidad fueron eficientes, el presente estudio demuestra que dicha metodología es también válida para las propiedades termodinámicas de la superficie de $27.0 \sigma_\theta$. En general, esta metodología puede ser aplicada para campos geofísicos; en particular, para datos hidrográficos del océano es conveniente usar el campo de densidad para hacer el análisis de validación como se muestra tanto en este trabajo como en Jerónimo y Gómez-Valdés (2006). Además, el procedimiento de validación por medio del campo de densidad resultó una herramienta muy útil para evaluar la calidad de los datos hidrográficos del programa IMECOCAL.

Las distribuciones de temperatura potencial y salinidad están asociadas al patrón de corrientes, las que transportan agua de características especiales. Es bien conocido que la Corriente de California transporta agua de temperatura y salinidad relativamente bajas, de origen subártico (Sverdrup et al., 1942), y que la Contracorriente Subsuperficial transporta aguas de temperatura y salinidad relativamente altas, de origen ecuatorial (Sverdrup et al., 1942). De esta manera, la lengüeta de agua poco salada, que indica intrusión de aguas del norte, se puede asociar a la Corriente de California y la intrusión de aguas cálidas más saladas del sur sobre el talud continental se puede asociar a la Contracorriente Subsuperficial. El frente salino que se presenta en la campo medio entre 26-28 °N indica que allí es la zona de confluencia del transporte de sal asociado a las corrientes mencionadas. Si consideramos la desviación estándar como una medida de la variabilidad de los campos, los valores altos de desviación estándar de ambas variables están asociados a la variabilidad de la Contracorriente Subsuperficial cerca del talud y a la variabilidad de la zona de remolinos lejos de la costa. La ocurrencia de remolinos lejos de la costa ha sido documentada por varios investigadores (Lynn y Simpson, 1984; Soto-Mardones et al., 2004; Jerónimo y Gómez-Valdés, 2006).

En la región IMECOCAL, la superficie de $27.0\sigma_\theta$ se localiza a profundidades entre 470 y 520 m de profundidad. Generalmente se ha considerado a la profundidad de 500 m como la profundidad de movimiento nulo para calcular la parte geostrofica de la velocidad (Gómez-Valdés, 1983; Lynn y Simpson, 1987). Los resultados de este estudio sugieren que se debe de considerar la posibilidad de que la profundidad de 500 m como referencia para el método geostrofico no sea correcta.

APÉNDICE

La estimación estadística de campos escalares es una práctica universal en las ciencias geofísicas. Kriging, por ejemplo, es una rama de la teoría general de la estadística usada en las ciencias geofísicas para generar mapas de contornos. La característica más importante de Kriging es que usa información de la correlación espacial que existe entre las variables aleatorias. El método de análisis objetivo, elaborado por Gandin (1965), es una de estas técnicas, hace una

estimación óptima con base en la teoría de variables regionalizadas. Se usó primeramente para analizar campos escalares en meteorología, y después fue introducido a otras ciencias geofísicas, e.g., a oceanografía por Bretherton et al. (1976). En este método se usa el teorema de Gauss-Markov para obtener una expresión para el estimador lineal que minimiza la varianza del error cuadrático medio y es especialmente útil para campos en que las escalas de correlación sean anisotrópicas. En la construcción del estimador, se usa información estadística tanto del ruido de los campos observados como de los campos que serán estimados.

Aquí se siguen los desarrollos propuestos por Le Traon (1990) y Davis (1985) para describir el método de análisis objetivo. Supóngase que se tienen n datos de un campo escalar $z(\mathbf{x})$ obtenidos de manera simultánea y que el campo escalar lo podemos descomponer de la siguiente manera

$$z(\mathbf{x}_i) = \{z(\mathbf{x}_i)\} + \tilde{z}(\mathbf{x}_i) + d(\mathbf{x}_i), \quad (1)$$

donde $\{z(\mathbf{x}_i)\}$ representa el término de las variaciones de escala del tamaño del dominio (escala grande) en donde se realizan las observaciones, el término $\tilde{z}(\mathbf{x}_i)$ representa las variaciones de escalas menores, en $d(\mathbf{x}_i)$ están tanto los errores de los datos como los errores de las escalas no resueltas y $\mathbf{x}_i = (x_i, y_i)$ son los puntos en donde hay observaciones.

Davis (1985) propone elegir una base completa arbitraria de funciones $F_j(\mathbf{x})$ de un espacio vectorial, cualquier función $f(\mathbf{x})$ en el dominio se puede escribir como combinación lineal de los elementos de la base

$$f(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{\infty} \hat{b}_j F_j(\mathbf{x}), \quad (2)$$

donde el conjunto ordenado \hat{b}_j son las coordenadas de la función $f(\mathbf{x})$ respecto a la base ordenada de funciones $F_j(\mathbf{x})$.

En particular, supóngase que podemos escribir la componente de escala grande del campo en esta base como función de sólo M elementos

$$\{z(\mathbf{x})\} = \sum_{j=1}^M b_j F_j(\mathbf{x}), \quad (3)$$

donde $b_j = b(\mathbf{x})$ son las coordenadas de las componentes de escala grande. Esto significa que la parte de escala grande está definida como una suma finita de M funciones base, es decir, pertenece al subespacio formado por las M funciones y actúa como un filtro espacial.

La estimación del campo escalar se puede escribir como una combinación lineal de las observaciones, es decir, que $z^{est}(\mathbf{x})$ pertenece al subespacio generado por las observaciones

$$z^{est}(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^n a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) z(\mathbf{x}_i), \quad (4)$$

donde el conjunto ordenado $a = a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i)$ son las coordenadas de la estimación del campo en el espacio de las observaciones.

A continuación se introducen las hipótesis fundamentales de la interpolación por mínima varianza. En este caso se requiere la condición adicional de que los coeficientes sean tales que se minimiza al error cuadrático medio r^2 entre la estimación del campo y el valor verdadero del campo expresado como

$$r^2 = \left\langle \left[\{z(\mathbf{x})\} + \tilde{z}(\mathbf{x}) - z^{est}(\mathbf{x}) \right]^2 \right\rangle. \quad (5)$$

Se requiere además que el promedio de la componente de escalas menores y el promedio del error sean nulos

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle \tilde{z}(\mathbf{x}) \rangle = 0 \\ \langle d(\mathbf{x}_i) \rangle = 0 \end{array} \right\}. \quad (6)$$

También se hace la hipótesis de que el estimador del campo sea insesgado, es decir

$$\langle z^{est}(\mathbf{x}) - z(\mathbf{x}) \rangle = 0. \quad (7)$$

Esta condición se puede escribir en la base elegida como

$$\sum_{k=1}^M \langle b_k \rangle \left[\sum_{i=1}^M a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) F_k(\mathbf{x}_i) - F_k(\mathbf{x}) \right] = 0. \quad (8)$$

Sustituyendo (8) en (5), y usando además la condición propuesta por Davis (1985) para la ganancia unitaria en las M funciones

$$\left(\sum_{k=1}^n a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_k) F_m(\mathbf{x}_k) = F_m(\mathbf{x}) \right), \text{ el}$$

error cuadrático medio queda como

$$r^2(\mathbf{x}) = C_{xx} - 2 \sum_{i=1}^n a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) C_{xi} + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_j) a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) A_{ij}, \quad (9)$$

en donde

$$C_{xx} = \langle \tilde{z}(\mathbf{x}) z(\mathbf{x}) \rangle, \quad C_{xi} = \langle \tilde{z}(\mathbf{x}) \tilde{z}(\mathbf{x}_i) \rangle, \text{ y}$$

$$A_{ij} = \langle z'(\mathbf{x}_i) z'(\mathbf{x}_j) \rangle, \text{ y } z'(\mathbf{x}_i) = z(\mathbf{x}_i) - \{z(\mathbf{x}_i)\}.$$

Una condición necesaria para la minimización de r con respecto a las coordenadas $a_k = a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_k)$ es,

$$\frac{\partial r^2}{\partial a_k} = 2 \left\{ \sum_{i=1}^n (C_{ik} + A_{ik}) a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) - C_{kg} \right\} = 0,$$

$$k = 1, \dots, n. \quad (10)$$

De (10) se obtiene la condición,

$$\sum_{i=1}^n (C_{ik} + A_{ik}) a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_i) = C_{kg}, \quad k = 1, \dots, n. \quad (11)$$

Para encontrar la ecuación para las coordenadas de la estimación, multiplicamos (11) por a_{xk} y sumamos para $k = 1, \dots, n$ de donde se obtiene,

$$\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n (C_{jk} + A_{jk}) a_j a_k - \sum_{k=1}^n C_{kg} a_k = 0. \quad (12)$$

Si sustraemos (12) de (9) obtenemos una expresión para la minimización del error,

$$r^{\min} = C_{gg} - \sum_{k=1}^n C_{kg} a_k. \quad (13)$$

Minimizando (13) mediante multiplicadores de Lagrange sujeto a las restricciones (6) y (7) se obtiene la ecuación para las coordenadas de la estimación del campo en el subespacio de las observaciones

$$a(\mathbf{x}, \mathbf{x}_k) = \sum_{i=1}^M H_i(\mathbf{x}) \sum_{j=1}^M Z_{ij}^{-1} \sum_{l=1}^n A_{kl}^{-1} F_j(\mathbf{x}_l) + \sum_{p=1}^n A_{kp}^{-1} C_{xi}, \quad (14)$$

en donde $H_i(\mathbf{x}) = F_i(\mathbf{x}) - \sum_{r=1}^n F_r(\mathbf{x}_r) \sum_{s=1}^n A_{rs}^{-1} C_{xs}$,

A_{kp}^{-1} es la matriz inversa de A_{kp} y

$$Z_{ij}^{-1} = \sum_{r=1}^n \sum_{s=1}^n A_{rs}^{-1} F_i(\mathbf{x}_r) F_j(\mathbf{x}_s).$$

Usando (14) y (9) se obtiene la ecuación para el estimador del campo,

$$z^{est}(\mathbf{x}) = \sum_{i=1}^M F_i(\mathbf{x}) \sum_{j=1}^M Z_{ij}^{-1} \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n A_{kl}^{-1} F_j(\mathbf{x}_k) z(\mathbf{x}_l) + \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^n A_{pq}^{-1} C_{xq} \left[z(\mathbf{x}_p) - \sum_{r=1}^M F_r(\mathbf{x}_p) \sum_{j=1}^M Z_{rj}^{-1} \sum_{s=1}^n \sum_{t=1}^n A_{ts}^{-1} F_j(\mathbf{x}_s) z(\mathbf{x}_t) \right] \quad (15)$$

Notemos que en la ecuación (15), el campo medio de escala grande es extraído de cada una de las observaciones y es agregado después de haber realizado la estimación, este campo medio no necesariamente es estacionario (en sentido estocástico). Si en la ecuación (15), elegimos $M = 1$, $F_1(\mathbf{x}) = 1$ se obtiene el estimador para un campo medio constante, propuesto entre otros por Bretherton y Mc Williams (1980),

$$z^{est}(\mathbf{x}) = \{z(\mathbf{x})\} + \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^M A_{ij}^{-1} C_{xj} [z(\mathbf{x}_i) - \langle z(\mathbf{x}_i) \rangle]. \quad (16)$$

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto CONACYT # SEP-2003-CO2-42569 y por el CICESE. Joaquín García-Córdova hizo el procesamiento preliminar de los datos de CTD. Gilberto Jerónimo recibió una beca de postgrado del CONACYT para realizar sus estudios de doctorado en el Departamento de Oceanografía Física del CICESE. Laura Arroyo Pedraza, Gilberto Jerónimo Mateo y Yasser Jerónimo Moreno revisaron el manuscrito. Agradecemos también a los dos árbitros de este trabajo por sus atinadas observaciones y sus generosas revisiones.

REFERENCIAS

Bretherton, F. P., Davis R. E., and Fandry, C. B., 1976. A technique for objective analysis and design of oceanographic experiments applied to MODE-73. *Deep Sea Research*, 23 (7), p. 559-582.

Bretherton, F. P., and Mc Williams, J. C., 1980. Estimation from irregular arrays, *Reviews of Geophysics*, 18 (4), p. 789-812.

Cressie, A. C., 1993. *Statistics for spatial data*. Wiley & Sons., New York, 900 pp.

Davis, R. E., 1985. Objective Mapping by Least Squares Fitting. *Journal of Geophysical Research*, 90 (C3), p. 4773-4777.

Gandin, L. S., 1965. Objective analysis of meteorological fields. *Israel Program for Scientific Translation*, Jerusalem, 242 pp.

García-Córdova, J., Robles-Pacheco, J. M., y Gómez-Valdés, J., 2005. Informe de datos de CTD. Campaña IMECOCAL 0504/05. B/O Francisco de Ulloa. Abril 14 - mayo 5 de 2005. *Informe Técnico, Departamento de Oceanografía Física, CICESE*, pp. 119.

Gómez-Valdés, J., 1983. Estructura hidrográfica promedio frente a Baja California. *Ciencias Marinas*, 9 (2), p. 75-86.

Jerónimo, G. y Gómez-Valdés, J., 2006. Promedios de temperatura y salinidad sobre una superficie isopícnica en la capa superior del océano frente a Baja California. *Ciencias Marinas*, 32 (4), p. 663- 671.

Le Traon, P. Y., 1990. A Method for Optimal Analysis of Fields with spatially variable mean. *Journal of Geophysical Research*, 95 (C8), p. 13,543-13,547.

Lynn, R. J., and Simpson, J. J., 1987. The California Current system: The seasonal variability of its physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, 92(C12), p. 12947-12966.

Soto-Mardones, L., Pares-Sierra, A., García, J., Durazo, R., and Hormazabal, S., 2004. Analysis of the mesoscale structure in the IMECOCAL region (off Baja California) from hydrographic, ADCP and altimetry data. *Deep Sea Research*, 51(6-9), p. 785-798.

Sverdrup, H. U., Johnson, M. W., and Fleming, R. H., 1942. *The Oceans Their Physics, Chemistry, and General Biology*. Prentice-Hall, INC., Englewood Cliffs, N. J., 1059 pp.

Tinoco-Ruiz, G., 1997. *Funcionales discretos en la generación de mallas suaves y convexas sobre regiones planas irregulares*, Tesis de doctorado, Centro de Investigación en Matemáticas A.C., 136 pp.

Von Storch, H., 1997. Conditional Statistics Models: A Discourse about the Local Scale in Climate Simulations, *Proceedings of the 9th 'Aha Huliko'a Hawaiian Winter Workshop*.

Manuscrito recibido: 26 de abril de 2006

Recepción del manuscrito corregido: 28 de agosto de 2006

Manuscrito aceptado: 11 de septiembre de 2006

Flujos piroclásticos asociados a la actividad explosiva del Volcán de Colima y perspectivas futuras

¹José Luis Macías, ²Ricardo Saucedo, ³Juan Carlos Gavilanes, ⁴Nick Varley, ⁵Sergio Velasco García, ⁶Marcus Bursik, ⁷Víctor Vargas Gutiérrez y ⁸Abel Cortés

¹Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán 04510, México D.F.
macias@geofisica.unam.mx

²Instituto de Geología /Fac. Ingeniería UASLP

³Centro Universitario de Ciencias del Ambiente, Universidad de Colima

⁴Facultad de Ciencias, Universidad de Colima

⁵www.volcandecolima.com <<http://www.volcandecolima.com>>

⁶Geology Department, SUNY at Buffalo

⁷Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México

⁸Observatorio Vulcanológico, Universidad de Colima

INTRODUCCIÓN

El Volcán de Colima o Fuego de Colima (19°30'45"; 103°37') tiene una elevación sobre el nivel del mar de 3,860 m (Fig. 1). Está ubicado a unos 100 km al sur de Guadalajara y a 30 km al norte de Colima. Forma parte de una cadena volcánica con orientación N-S, constituida por los volcanes Cántaro, Nevado de Colima y Volcán de Colima. Tiene un volumen aproximado de 10 km³ y ha crecido a razón de 0.002 km³/año (Luhr y Carmichael, 1990). Durante los últimos 430 años, ha presentado alrededor de 50 erupciones que lo colocan como el más activo de Norteamérica (De la Cruz, 1993). Como consecuencia de su actividad, cuenta con el registro histórico más completo de los volcanes mexicanos.

Los trabajos más detallados sobre la actividad histórica del Colima son aquellos publicados por Bárcena (1887), Waitz (1915; 1935), Arreola (1915), Medina-Martínez (1983), De la Cruz-Reyna (1993), Saucedo y Macías (1999) y Bretón *et al.* (2002). En estos trabajos se mencionan erupciones ocurridas en los siglos XVI y XVII (Tello, 1651), el 13 de diciembre de 1606 (Arreola, 1915), el 15 de abril de 1611 (Bárcena, 1887), en 1690 (De la Cruz-Reyna, 1993), en 1771 (Bárcena, 1887) y muchos eventos menores. El registro más detallado de las erupciones comienza con la ocurrida el 15 de febrero de 1818 (Sartorius, 1869), que destruyó un domo de lava (Dollfus y

Monserrat, 1866) y arrojó escoria y ceniza hasta las ciudades de Guadalajara, Zacatecas, Guanajuato, San Luis Potosí y México (Bárcena, 1887; Arreola, 1915). Después de la erupción quedó un cráter abierto de alrededor de 450 m de diámetro, con paredes que variaban de 50 a 230 m. Posteriormente, inició la formación del domo adventicio "El Volcancito" el 12 de junio de 1869 que concluyó en 1872 (Sartorius, 1869; Bárcena, 1887). El 21 de agosto de 1869, Orozco y colaboradores reportaron que "El Volcancito" estaba localizado a una altura de 3500 m y que había alcanzado una altura de 300 metros. La etapa comprendida entre 1893 y 1903 es especialmente importante en el estudio del Volcán de Colima, ya que tanto el padre Arreola en Colima, Col. como su colega Castellanos, en Zapotlán, Jal. (hoy Ciudad Guzmán), instalaron observatorios para vigilarlo. A partir de esta fecha se hicieron observaciones sistemáticas que duraron hasta 1906, y que eran publicadas en el *boletín del Observatorio Meteorológico Central de México* (Arreola, 1915).

La erupción explosiva mejor documentada del Volcán de Colima ocurrió en 1913. Antes de ella, la cima del volcán tenía un cráter cubierto por un domo de lava. La erupción comenzó el 17 de enero (Ortiz, 1944) con una serie de explosiones que generaron nubes de vapor y arena. El 20 de enero, la erupción

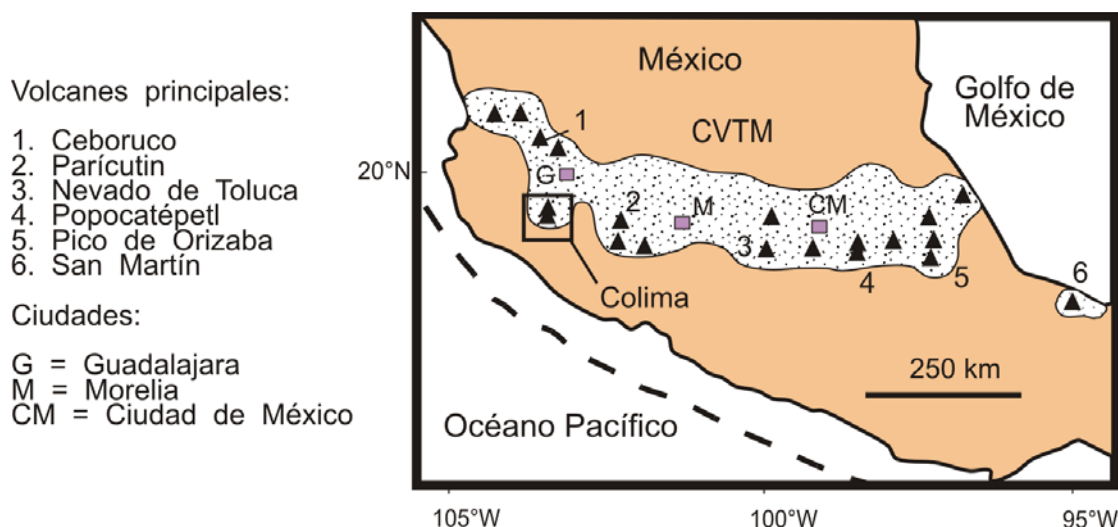


Figura 1. Localización del Volcán de Colima en la parte occidental del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano.

continuó con la formación de una columna pliniana que alcanzó 21 km de altura (Saucedo, 1997). Esta columna provocó una lluvia de ceniza que en Zapotlán, Jalisco, alcanzó 15 cm de espesor y en Guadalajara alrededor de 0.5 mm (Waitz, 1915), y llegó hasta Saltillo, Coahuila, a más de 700 km del volcán. El volumen total de la erupción de 1913 se estimó en 0.9 km³ (Saucedo, 1997). Durante la erupción también se produjeron flujos piroclásticos que avanzaron 15 km por el flanco sur del volcán, dejando depósitos de ceniza y rocas de 40 m de espesor (Waitz, 1915, Saucedo 1997). La morfología de la cima del volcán cambió drásticamente; el edificio perdió 100 m de altura y se formó un cráter con un diámetro cercano a los 400 m y profundidad desconocida. Para 1931, la profundidad del cráter oscilaba entre 50 y 100 m (Waitz, 1935; Arreola, 1915); para 1958, el cráter estaba casi completamente ocupado por un tapón de lava en bloques (Mooser, 1961), que entre 1961 y 1962, comenzó a derramarse por la ladera norte del Volcán de Colima formando una lengua de lava que llegó hasta la base norte del volcán en el sitio denominado El Playón. En 1975-1976 comenzó la generación de flujos de lava acompañados por primera vez de flujos piroclásticos, los cuales fueron documentados por Thorpe *et al.* (1977). Esta clase de actividad inicia con la intrusión de magma que empuja el domo generando derrames andesíticos como en 1982 (Luhr y Carmichael, 1990) y flujos piroclásticos producidos por el colapso gravitacional de las partes externas del domo, como en 1991 (Martín del Pozzo *et*

al., 1987; Rodríguez-Elizarrarás *et al.*, 1991) o de la parte frontal de los flujos de lava, como en 1998 (Saucedo *et al.*, 2002) o por la destrucción de un domo central por explosiones violentas, como las ocurridas en julio de 1999 (Saucedo *et al.*, 2002) y durante los primeros meses del año 2005. La erupción del 16 de abril de 1991, que originó flujos piroclásticos que rellenaron las barrancas del Cordobán, incentivó la elaboración de mapas de peligros del volcán de Colima (Sheridan y Macias, 1995; Martín del Pozzo *et al.*, 1995; Navarro *et al.*, 2003). Es indudable que la actividad explosiva del Volcán de Colima se ha incrementado durante los últimos 15 años con un incremento paralelo en el número y alcance de los flujos piroclásticos. En este trabajo resumimos la erupción de 1998-2000, presentamos la erupción más reciente de 2004-2005 y comparamos los flujos piroclásticos producidos. Finalmente, confrontamos estos flujos piroclásticos con el mapa de peligros propuesto por Saucedo *et al.* (2004) y presentamos una perspectiva de los riesgos futuros del Volcán del Colima.

ERUPCIÓN DE NOVIEMBRE 1998-JUNIO 2000

Los primeros indicios de esta erupción comenzaron en noviembre de 1997, al formarse una fractura en dirección N-NO en el domo (Cortés y Gavilanes, 1998), un enjambre sísmico ocurrido el 6 de julio de 1998 (Smithsonian, 1998a) y variaciones químicas detectadas en fumarolas de alta temperatura tres

meses antes de la erupción (Taran *et al.*, 2002). Las mediciones de COSPEC fueron muy bajas hasta el 30 de octubre, cuando se midieron 408 ton/día, aumentando hasta 1620 ton/día el día 18 de noviembre (Smithsonian, 1998b). El 20 de noviembre, apareció el primer domo en la parte SO del cráter que, el día 21, comenzó a extravasar el borde del cráter y formar los primeros flujos piroclásticos. El día 22 de noviembre, partes del frente del derrame de lava colapsaron, produciendo flujos piroclásticos que viajaron hacia la barranca Cordobán Este (Fig. 2). Ese



Figura 2. Vista hacia el SO del Volcán de Colima. Se aprecia el desprendimiento de los gases de la parte central del domo, el derrame negro de lava y el flujo piroclástico que se dirige hacia la barranca El Cordobán (Fotografía de Abel Cortes).

mismo día, el derrame de lava alcanzó 150 m; tres días después, 370 m, para posteriormente dividirse en tres lóbulos distintos. Otros flujos piroclásticos fueron observados el 8 de diciembre y después estudiados en el campo (Saucedo *et al.*, 2002).

La actividad explosiva del Volcán de Colima aumentó significativamente con el tiempo. Las explosiones ocurridas el 9 y 10 de febrero de 1999 fueron registradas por la red sísmica y escuchadas en la ciudad de Colima a 35 km de distancia. Estas explosiones lanzaron proyectiles que llegaron hasta 4 km de la cima (Smithsonian, 1999). Después de 13 horas de tremor volcánico, el 17 de julio de 1999, tuvo lugar la explosión más violenta, que formó una columna eruptiva de 10 km de altura. Parte del material colapsó para formar un flujo piroclástico tipo Soufriere que se dirigió a las barrancas de Montegrando y San Antonio rellenándolas casi completamente con más de 6 m de material y

arrasando con la vegetación de las partes altas de la barranca. En donde existían dos barrancas quedó una superficie accidentada compuesta por bloques (Fig., 3). Después de esta explosión, la actividad del Volcán de Colima disminuyó drásticamente y regresó a los



Figura 3. Panorámica hacia el sur del área donde existían las barrancas Montegrando y San Antonio en julio de 1999. (Fotografía de Ricardo Saucedo).



Figura 4. Vista hacia el sur de una nueva barranca formada en el depósito de flujo piroclástico del 17 de julio de 1999. Las paredes tienen una profundidad variable de 10-15 m.

niveles que tenía antes de la erupción. Debido a que el material piroclástico es deleznable, puede ser fácilmente removido por las lluvias, dando lugar a la formación de lahares y nuevas barrancas (Fig. 4). Estos cortes recientes permitieron, en febrero de 2002, el estudio del depósito de flujo piroclástico en paredes verticales de hasta 15 m de espesor.

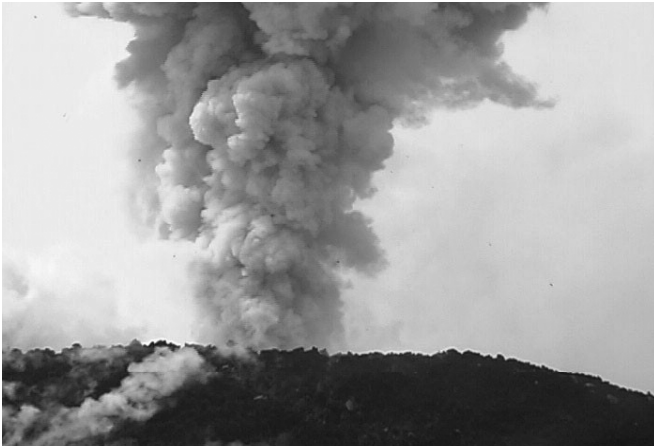


Figura 5. Fotografía de la sima del Volcán de Colima tomada el 3 de octubre de 2004 por Carlos Martínez Durán. Los puntos negros son bloques emitidos durante la explosión.

ERUPCIÓN DE 2004-2005

Un nuevo episodio eruptivo inició a finales de septiembre de 2004, cuando un domo de lava en bloques comenzó a formarse en la cima del volcán. Los primeros derrumbes descendieron hacia el N y al W y fueron reportados el 29 del mismo mes. Pocos días después, dos flujos de lava descendieron hacia el N y el WNW. Para el 3 de octubre de 2004, el flujo de lava N tenía ya más de 300 m de longitud, un espesor aproximado de 10 m y una anchura de 150 m. Ese día se escucharon fuertes sonidos de jet con duraciones de 10 a 30 segundos, percibiéndose uno a 7 km de distancia por más de 5 minutos. A partir de esa fecha, se inició la ocurrencia de explosiones pequeñas con



Figura 6. Imagen de la barranca La Lumbre y la superficie de afectación de un flujo piroclástico ocurrido el 6 o 7 de octubre de 2004. Este es el flujo más extenso registrado desde la erupción de 1913.

poco contenido de ceniza que formaron columnas eruptivas menores a 700 m de altura (Figura 5).

También se presentaban, con menor frecuencia, explosiones con columnas eruptivas que superaban los 1,500 m de altura sobre el domo. A diferencia de las erupciones registradas desde 1998, en esta ocasión, era la primera vez que la fase explosiva se iniciaba a solo unos días de iniciada la fase extrusiva. El día 6 o 7 de octubre se colapsó una parte del domo, produciendo un flujo piroclástico que alcanzó 6.14 km

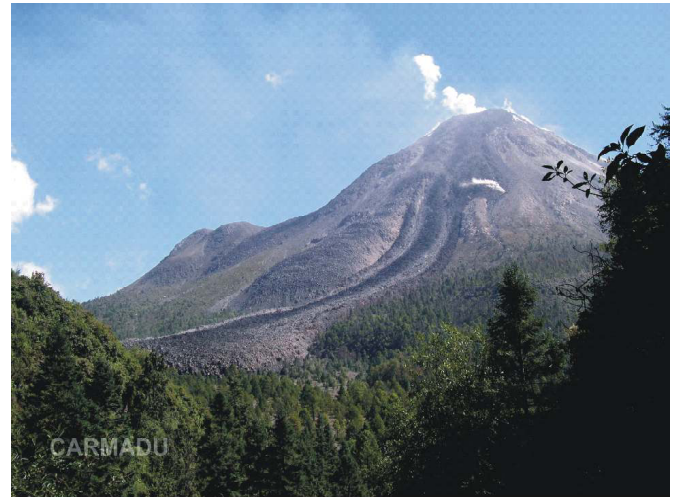


Figura 7. Vista del flujo de lava N, el cual descende por los flancos del Volcán de Colima; a la izquierda se aprecia El Volcancito (Fotografía de Carlos Martínez D.).

de distancia (el de mayor alcance desde 1913) y se encauzó en la barranca La Lumbre (Figura 6). Para el 31 de octubre, el flujo de lava N tenía una longitud aproximada de 2.3 km, con una anchura en el frente de 330 m y un espesor aproximado de 20 m (Figura 7). Hasta esa fecha, la velocidad promedio de avance del flujo era de 76 m/día. Ese día se efectuaron observaciones a 2 km del domo, registrándose 22 sonidos de jet, 3 de ellos fuertes y uno tipo locomotora, así como 2 explosiones pequeñas en un período de tres horas. En diciembre de 2004, el flujo de lava ya se había detenido y, para entonces, las explosiones comenzaban a aumentar en contenido de ceniza y en altura, observándose varias columnas de más de 2,000 m de altura sobre el cráter.

Durante observaciones realizadas a principios de enero de 2005 a distancias menores de 5 km del cráter, se apreció que algunas explosiones que duraban 30 segundos o más lanzaban proyectiles



Figura 8. Explosión registrada el 8 de enero de 2005 en donde se aprecian proyectiles balísticos (Fotografía de Sergio Velasco).



Figura 9. Columna eruptiva y flujo piroclástico originados el 12 de febrero de 2005 (Fotografía de Sergio Velasco G.).

balísticos a distancias aproximadas de 1 km (Figura 8) y columnas eruptivas cercanas a los 3,000 m de altura.

El 12 de febrero ocurrió una explosión que desestabilizó los bordes norte y sur del cráter, generó el colapso de al menos 100,000 m³ de material y flujos piroclásticos que alcanzaron alrededor de 2.5 km de distancia hacia al sur (con una velocidad aproximada de 70 km/h), y otros que llegaron 1.2 km hacia el norte, formando una columna eruptiva de más de 2,500 m de altura (Figura 9). Para el 6 de marzo, las observaciones visuales revelaban que las explosiones moderadas lanzaban balísticos de manera continua por periodos de hasta 3 minutos. El 10 de marzo, ocurrió una explosión que formó una columna eruptiva superior a los 2,600 m de altura, que fue la más grande ocurrida hasta entonces en 2005.



Figura 10. Flujos piroclásticos formados por la explosión del 13 de marzo de 2005. En la fotografía tomada en la cabecera de la barranca San Antonio-Montegrande por S. Velasco se aprecia como los flujos piroclásticos descienden en todas direcciones antes de ramificarse al sobrepasar un obstáculo. Este flujo piroclástico tenía una velocidad aproximada de 198 km/hr.



Figura 11. Columna de ceniza de más de 2400 m de altura ocurrida el 1 de mayo de 2005 (Fotografía de Ana García Semperes).

Todos estos eventos presentaban precursores sísmicos que fueron registrados horas antes por la Red Sismológica Telemétrica de Colima y por el Observatorio Vulcanológico de la U. de C., quienes alertaron a las autoridades de protección civil de Colima y de Jalisco sobre la posible ocurrencia de estos eventos horas antes. De esta forma las autoridades correspondientes informaron oportunamente a las comunidades más amenazadas e implementaron los respectivos planes operativos. El tiempo más corto entre el aviso y la ocurrencia de la explosión fue de 45 minutos (10 de marzo de 2005) y el más largo, aproximadamente 60 horas (5 de julio de 2005). Una explosión mayor ocurrió el 13 de marzo de 2005. Esta explosión formó una columna eruptiva de más de 3,000 m de altura, lanzó balísticos a distancias inferiores a 2 km y generó flujos piroclásticos hacia el sur con una velocidad promedio de 200 km/h, que alcanzaron cerca de 3.4 km desde el cráter (Figura 10). Otra explosión menor, ocurrió el 25 de marzo.

Otras observaciones visuales de campo indicaban que durante el mes de abril y principios de mayo seguían presentándose explosiones, con emisión de balísticos y ceniza a alta presión, algunas duraban 6.5 o 10 minutos continuos, con alturas de columnas eruptivas de hasta 3,300 m., eventos que tenían lugar varias veces en un solo día (Figura 11).

El 16 de mayo ocurrió una explosión que fue muy superior a las presentadas en este año, dado que produjo flujos piroclásticos hacia todos los flancos del volcán. La actividad explosiva continuó y, el 23 de mayo, sobrevino una explosión que superó en tamaño a todas las registradas hasta entonces por el sistema de monitoreo. La columna eruptiva se elevó a más de 3,000 m sobre el cráter, lanzando balísticos a distancias inferiores a los 2.5 km y los flujos piroclásticos más grandes se encauzaron por las barrancas de San Antonio y Montegrande, al S y S-SE del volcán originando algunos incendios forestales. Una hora después, el Centro Universitario de Investigaciones en Ciencias del Ambiente (CUICA) de la U. de C. detectó por medio de satélite que la nube de ceniza tenía un área de 46 por 28 km, al SO del volcán (Galindo *et al.*, 2006).

La magnitud de las explosiones creció paulatinamente, ya que pocos días después, el 30 de mayo, se presentó una explosión que se convirtió en la más grande registrada en los 20 años de existencia del monitoreo sísmico. Con base en el registro sísmico, la Red Sismológica Telemétrica de Colima (RESCO) calculó los tamaños de las explosiones comparándolas con la explosión del 17 de julio de 1999). Dicha red estimó que esta explosión tuvo un tamaño 2.6 veces mayor que la del 17 de julio de 1999 y más de una vez mayor a la del 23 de mayo de 2005. Los datos de satélite mostraron que la nube de ceniza se dirigió al ESE por arriba de los 8,500 metros sobre el nivel del mar (msnm) y al ENE por debajo de los 5,500 msnm, alcanzando una altura de 4,700 m sobre el cráter (Galindo *et al.*, 2006).

El CUICA de la U. de C. detectó, 3 horas después, la nube de ceniza a 100 km al SE. Asimismo, se produjeron flujos piroclásticos hacia el oeste. Durante la noche del 1 de junio y la madrugada del día 2 ocurrieron explosiones con tamaño un poco menor a la del 30 de mayo, pero que causaron lluvia de ceniza al S y SO del volcán, afectando a las ciudades de Colima y Villa de Álvarez, así como poblaciones aledañas. Cinco horas después, el CUICA detectó por medio de imágenes de satélite la nube de ceniza a 62 km al SSO del volcán, sobre la laguna de Cuyutlán cubriendo un área de 40 por 29 km.

El siguiente evento explosivo fuerte ocurrió el 5 de junio; RESCO calculó que fue de tamaño igual a 3,



Figura 12. Explosión ocurrida el 9 de junio de 2005. Se aprecia una columna eruptiva y la formación de flujos piroclásticos en la parte derecha de la imagen (Fotografía de Sergio Velasco G.).

además de ser 1.2 veces mayor al del 30 de mayo de 2005. Este evento levantó una columna eruptiva de más de 5,000 m sobre la cima (Galindo et al., 2006) siendo, hasta hoy (14 de julio de 2005), el mayor ocurrido en la historia del monitoreo del volcán. La onda de choque producida por esta explosión casi derribó a un oficial del Sistema Estatal de Protección Civil de Jalisco que se encontraba destacado en la comunidad Juan Barragán (Francisco Cortina Contreras, com. pers.), a 9 km al SE del Volcán, localidad en la que se reportaron ventanas rotas, así como lesiones en el oído de una persona. En San Marcos, Jal., a 14 km al SE, también se registraron daños materiales similares por la misma causa. El

una base de Protección Civil Jalisco localizada en la parte alta del Nevado de Colima, a 5.6 km del Volcán de Colima, presenció la explosión, describiendo haber sentido la onda de choque como “cuando se está junto a una bocina muy grande en una fiesta”. Tanto en esta explosión como en la previa hubo formación de flujos piroclásticos. La columna de ceniza se elevó a más de 4,500 m sobre el cráter. El viento transportó la nube de ceniza hacia el SO, causando una intensa lluvia de ceniza sobre las ciudades de Colima y Villa de Álvarez (Volcanic Ash Advisory Center, VAAC, <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/washington.html>).



Figura 13. Fotografía de la Barranca de la Arena ubicada al SE del volcán y la superficie del flujo piroclástico producido el 6 o el 9 de junio de 2005. La vegetación aparece parcialmente destruida, las ramas están dobladas en la dirección del flujo. Fotografía de J. C. Gavilanes.

aeropuerto nacional de Buenavista, localizado al SSE del volcán, permaneció cerrado por más de 12 horas (La Jornada, 6 de junio de 2005) debido a la lluvia de ceniza.

El volcán volvió a explotar el 6 de junio, aunque el evento fue menor que el del 17 de julio de 1999. Sin embargo, Jaime Romero Valencia, oficial destacado en

El 9 de junio ocurrió otra explosión que se escuchó y sintió en las poblaciones circundantes, incluyendo las ciudades de Colima y Villa de Álvarez (Figura 12). No es muy claro si esta explosión o la del 6 de junio produjo flujos piroclásticos que descendieron por la barranca La Arena (al SE del volcán), alcanzando más de 5 km de distancia (Figura 13). Los sismólogos informaron que el tamaño de este

evento fue reducido (la mitad de la explosión del 17 de julio de 1999) (VAAC, <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/washington.html>). Sin embargo, los flujos piroclásticos de este tipo son los de mayor alcance desde 1913.

La más reciente explosión grande tuvo lugar el 5 de julio de 2005 y produjo flujos piroclásticos cuyos depósitos alcanzaron 4.8 km al SE del volcán, por la barranca La Arena. Este evento tuvo un tamaño más bien reducido, del orden del de la explosión del 17 de julio de 1999 (VAAC, <http://www.ssd.noaa.gov/VAAC/washington.html>). El estudiante de Ciencias de la Tierra José Guadalupe Landín, presenció el evento desde el Observatorio de Protección Civil Jalisco ubicado a 5.6 km del cráter, describió el avance de la onda de choque, “como si una ola de viento a una velocidad enorme fuera sacudiendo la vegetación de las partes bajas del volcán”. El video del evento grabado por el personal de Protección Civil muestra que gran parte de los flujos piroclásticos descendieron hacia el ESE formando columnas secundarias de ceniza con alturas superiores a 700 m. Se reportó caída de ceniza en La Becerrera y en La

Yerbabuena (a 12 y 8 km al SO del volcán, respectivamente) y, al parecer, se escuchó hasta Ciudad Guzmán, Jalisco (Melchor Ursúa Quiroz, com. pers.).

EVOLUCIÓN DE LA ACTIVIDAD ACTUAL

Algunos autores han sugerido que las erupciones de mayor magnitud (plinianas) del Volcán de Colima tienen una recurrencia aproximada de 100 años (Luhr y Carmichael, 1990). Si consideramos el aumento en la explosividad de las erupciones del Volcán de Colima a partir de 1998 y alcanzando su clímax durante los meses de mayo y junio del 2005, no podemos descartar la posibilidad de que en el corto o mediano plazo pueda presentarse una erupción de mayor magnitud, como las ocurridas en 1818 y 1913. Un análisis de la frecuencia en la explosiones del Volcán de Colima, claramente muestra cómo, a partir de 1991, la generación de flujos piroclásticos ha venido transformándose de tipo Merapi a uno más explosivo de tipo Soufriere. La Tabla 2 muestra un claro aumento en la explosividad y frecuencia de las erupciones a partir de 1998. Estas últimas

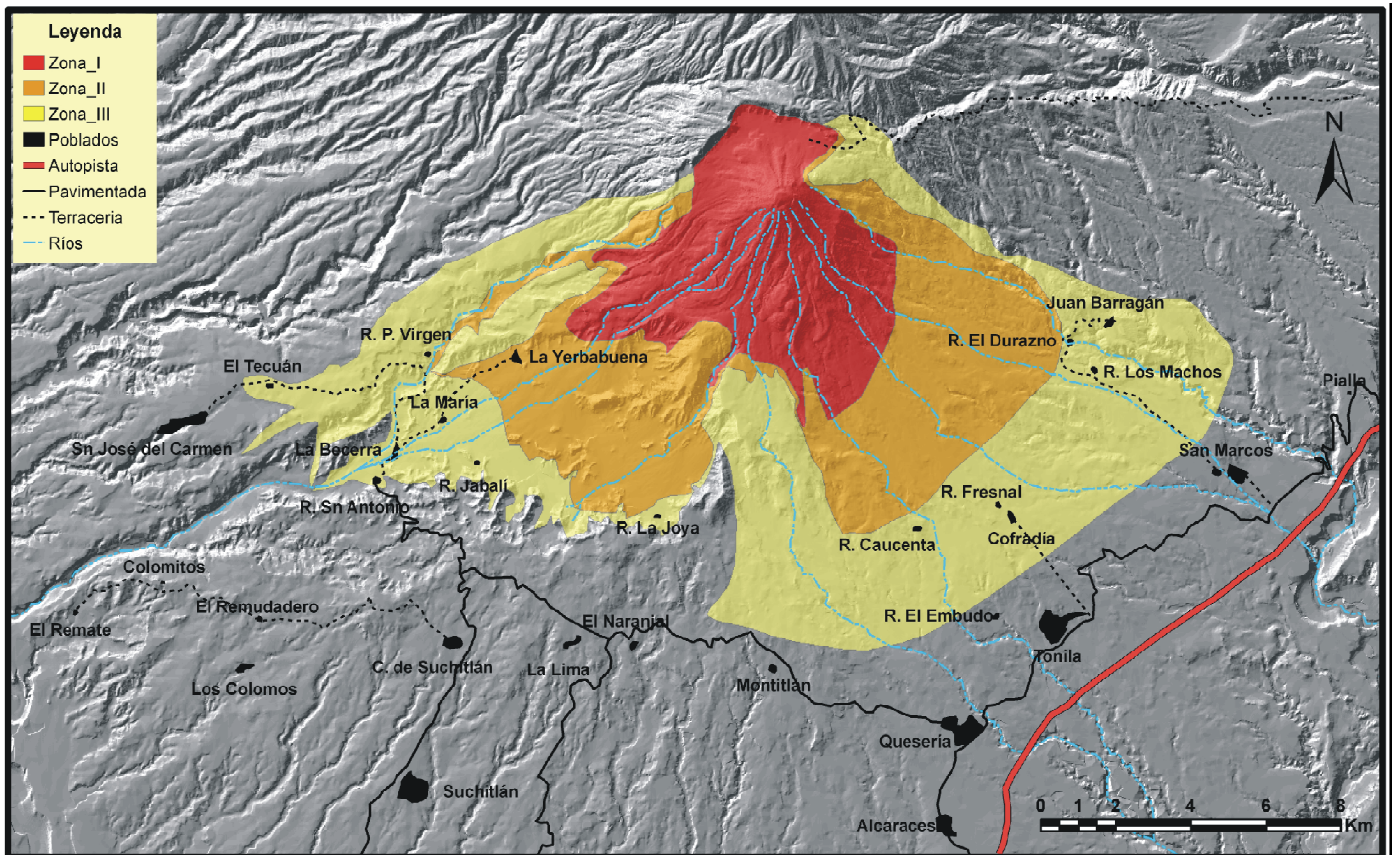


Figura 14. Mapa de peligros para flujos piroclásticos del Volcán de Colima de acuerdo a Saucedo et al. (2004).

Tabla 1. Síntesis de la actividad del Volcán de Colima a partir de 1576 según Saucedo *et al.* (2004)

Número	Año	Tipo de erupción	Fuente	Características
1	1576	Posible pliniana	Barcena, 1887	Generación de Fp
2	1590	Explosión	Waitz, 1935	Lluvia de ceniza en una amplia zona, posible FBC tipo Soufriere
3	1606	Posible pliniana	Tello, 1650; Arreola, 1915	Explosión y caída de ceniza hasta Mich., posible generación de Fp Soufriere
4	1611	Explosión	Bárcena, 1887	Lluvia de ceniza en una amplia zona, posible FBC tipo Soufriere
5	1690	Posible pliniana	Lurh y Carmichael, 1990	Posible generación de Fp
6	1771	Explosión	Bárcena, 1887	Caída de ceniza en Guadalajara, posible FBC tipo Soufriere*
7	1818	Pliniana	Sartorius, 1871; Bárcena, 1887 y Arreola, 1915	Fp, y caída de ceniza hasta la C. de México
8	1869-1872	Cono adventicio	Bárcena, 1887	Flujos de lava y FBC tipo Merapi y caída de ceniza
9	1880	F. de lava y FBC tipo Merapi, en el flanco SW	Kerber, 1882, Comunicación personal C. Siebe	Flujos de lava y FBC tipo Merapi
10	1885-1886	F. de lava en el flanco SW-W	Bárcena, 1887	Flujo de lava, FBC tipo Merapi
11	1885-1886	Explosiones	Barcena, 1887	FBC tipo Soufriere ?
12	1890	Explosión	Arreola, 1915, De la Cruz, 1993	Caída de ceniza hasta a C. de Guanajuato y FBC tipo Soufriere?
13	1891-1892	Explosión	Arreola, 1915; Starr, 1894	Caída de ceniza en C. Colima y posibles FBC tipo Soufriere?
14	1903	Explosión	Arreola, 1915; Waitz, 1935	Caída de ceniza y FBC tipo Soufriere
15	1908	Explosión	Arreola, 1915; Waitz, 1936	Caída de ceniza y FBC tipo Soufriere
16	1909	Explosión	Arreola, 1915; Waitz, 1937	Caída de ceniza y FBC tipo Soufriere
17	1913	Pliniana	Waitz, 1915 Y1935; Arreola, 1915	Fp Merapi, Soufriere, Fp de columna pliniana y caída de ceniza a 720 km.
18	1962-1961	F. de lava y FBC tipo Merapi, en flanco N	Mooser, 1961	Alcance del flujo de lava aprox. 2 km tipo Merapi
19	1975-1979	F. de lava y FBC tipo Merapi, en flanco SE	Thorpe et al., 1977	Alcance del flujo de lava 4.5 km, tipo Merapi
20	1981-1982	F. de lava y FBC tipo Merapi, en flanco S	Lurh y Carmichael, 1990	Alcances del flujo de lava 1 km, tipo Merapi
21	1987	Explosión	Lurh y Carmichael, 1991	Formó un cráter en la parte E de la cima y FBC tipo Soufriere
22	1991	F. de lava y FBC tipo Merapi, en el flanco SW	Rodríguez-Elizarrarás et al., 1991; Saucedo et al., 2001a	Alcance de los FBC tipo Merapi, 4 km y del F. de lava 2 km
23	1994	Explosión	Saucedo et al., 1995	FBC tipo Soufriere con una alcance de 3.5 km
24	1998-1999	Tres flujos de lava y FBC tipo Merapi y Soufriere	Saucedo et al., 2001b	Alcance de FBC tipo Merapi 4,5 y Soufriere 3.3 de los flujos de la va 3 km
25	2001	Explosión y FBC tipo Soufriere	Comunicación personal Gavilanes, 2001	????
26	2003	Explosión y FBC tipo Soufriere	Comunicación personal Gavilanes, 2003	Alcance de los FBC tipo Soufriere fue 3 km
27	2004	Explosión y FBC tipo Soufriere	Comunicación personal Gavilanes, 2004	Alcance de los FBC tipo Soufriere fue de 2 km
28	2005	Explosiones FBC tipo Soufriere	Comunicación personal Gavilanes, 2005	Alcance de los FBC tipo Soufriere, entre 3 y 5 km

FBC = Flujos piroclásticos de Bloques y Ceniza
Fp = Flujos piroclásticos

Tabla 2. Resumen de la actividad volcánica del Colima que ha generado flujos piroclásticos durante los últimos 100 años según Saucedo *et al.* (2004). El coeficiente de fricción representa la razón entre la distancia máxima recorrida L y la diferencia en altura desde el punto de inicio al termino del flujo piroclástico H (L/H).

Año	Volumen en m ³	Alcance en km	Coefficiente de fricción	Area en km ²	Tipo de erupción
1913 Fase I	130,000.00	4	0.41	0.07	Merapi
1913 Fase II	1' 900,000.00	9.5	0.26	0.23	Soufriere
1913 (fase III)	10' 000,000.00	13 a 15	0.17	0.45	Pliniana
1991	800,000	4.5	0.39	0.01	Merapi
1994	450,000.00	3.5	0.42	0.08	Soufriere
1998 Cordoban W	800,000.00	4.5	0.4	0.14	Merapi
1998 Cordoban E	450,000.00	3	0.44	0.09	Merapi
1999	790,000.00	3.3	0.44	0.23	Soufriere
2003	300,000.00	3	0.42	0.75	Soufriere
2004 La Lumbre	900,00.00	6	0.39	0.1	Merapi
2005	?	5	?	?	Soufriere*

*Sólo se consideró el flujo de mayor alcance



explosiones son cada vez más frecuentes y dan lugar a la generación de flujos piroclásticos de mayor volumen y alcance, que pueden compararse con aquellos producidos durante la segunda fase de la erupción de 1913.

FORMACIÓN DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS Y MAPA DE PELIGROS

Con base en el registro estratigráfico de la erupción de 1913 (Saucedo, 1997) durante la cual ocurrieron varios flujos piroclásticos y el análisis de la información existente hasta el año de 2004, Saucedo y colaboradores (2004) presentaron un mapa de peligros para flujos piroclásticos del Volcán de Colima (Figura 14). Según estos autores, la erupción de 1913 del Volcán de Colima consistió en tres fases eruptivas que produjeron flujos piroclásticos, depósitos de caída y lahares. La erupción originó un volumen total de 1.1 km^3 (Saucedo, 1997). Los flujos piroclásticos producidos por la erupción de 1913 variaron con el tiempo y de acuerdo con las tres fases eruptivas. La primera fase generó flujos piroclásticos tipo Merapi ($H/L = 0.40$; H = diferencia en elevación entre el punto de emisión y el punto terminal del flujo y L = distancia máxima recorrida por el flujo). La segunda generó flujos piroclásticos tipo Soufriere ($H/L = 0.26$) y la tercera, flujos piroclásticos de escoria debidos al colapso de la columna Pliniana ($H/L = 0.17-0.26$) (Tabla 2). Con esta información y la ayuda de simulaciones con el programa FLOW 3D, Saucedo *et al.* (2004) elaboraron el mapa de peligros para flujos piroclásticos del Volcán de Colima. En este mapa aparecen tres zonas de peligro que podrían ser afectadas por flujos piroclásticos.

La zona 1, de color rojo y mayor peligro, es aquella que puede ser afectada por flujos piroclásticos tipo Merapi y Soufriere, que pueden alcanzar hasta 5 km desde el cráter, como los producidos durante las erupciones de 1991, 1994 y 1998-1999.

La zona 2, de color naranja y peligro intermedio, es aquella que podría ser alcanzada por flujos tipo Soufriere de hasta 9 km de largo, como los flujos producidos durante la segunda fase de la erupción de 1913, así como los producidos en octubre de 2004 y durante los meses de mayo y junio del año 2005. Es claro, que el alcance de los flujos piroclásticos

producidos durante las últimas explosiones está comprendido dentro de la zona 2 del mapa de peligros, por lo que podemos afirmar que dicho mapa tiene un buen margen de confiabilidad.

La zona 3, de color amarillo y menor peligro en cuanto a probabilidad de ocurrencia, es aquella que podría ser afectada por flujos piroclásticos con una longitud de hasta 15 km, como aquellos producidos durante la tercera fase de la erupción de 1913. Una erupción de esta magnitud afectaría a unos 15,000 habitantes asentados en poblados y rancherías como la Yerbabuena, y la Becerrera en el estado de Colima, y Tonila, San Marcos, Cofradia, y Juan Barragán en el estado de Jalisco.

Otro mapa de peligros para flujos piroclásticos fue elaborado por Gavilanes (2004). Este autor realizó simulaciones por computadora empleando el alcance máximo de los flujos piroclásticos generados por la explosión tipo Soufriere del 17 de julio de 1999. Dichos flujos tuvieron un coeficiente de fricción de 0.33, por lo que los denominó "Soufriere pequeños". Este mapa indica que los flujos no afectarían asentamientos humanos fijos. El mismo autor denominó como "Soufriere Grandes" a los flujos con un coeficiente de fricción de 0.26 estudiados por Saucedo *et al.* (2004).

Con base en los estudios geológicos disponibles (Saucedo, 2001; Saucedo *et al.*, 2002; 2004; Gavilanes, 2004) podemos concluir que los únicos flujos piroclásticos capaces de destruir asentamientos humanos son aquellos que han ocurrido horas antes del desarrollo de una columna pliniana (Soufriere Grandes) y también los producidos por el colapso de una columna similar (Gavilanes, 2004; Gavilanes *et al.*, 2004).

IMPLICACIONES DE RIESGO Y CONCLUSIONES

Durante los últimos 15 años, la actividad del Volcán de Colima ha cambiado drásticamente. Hasta la mitad de la década de los noventa su actividad consistía en la generación de flujos de lava, derrumbes y algunos flujos piroclásticos tipo Merapi. Esta actividad era hasta cierto punto considerada como normal, la generación de flujos piroclásticos tenía una recurrencia aproximada de seis años. Sin embargo, a partir de 1998 el Volcán de Colima entró

en una etapa de mayor actividad cuya explosividad se ha ido incrementando con el tiempo. La recurrencia de los flujos piroclásticos se tornó casi anual y durante los últimos meses inclusive cambió a periodos diarios de actividad. Esto nos indica claramente que la actividad del Volcán de Colima ha venido escalando hacia niveles de mayor explosividad, que se podrían interpretar como las primeras manifestaciones de una erupción de mayor magnitud. Al respecto, es pertinente recordar que el preámbulo de la erupción de 1913 del Volcán de Colima fue la gran explosión de 1890, cuya ceniza fue reportada hasta Silao y Guanajuato (Arreola, 1915; De La Cruz, 1993). Después de ésta se observó un claro aumento en la frecuencia de las explosiones reportadas en 1891-1892, 1903, 1906, 1908 y 1909 hasta concluir con la erupción de 1913.

Una erupción de mayor magnitud, como las acontecidas en 1818 y 1913, pondría en riesgo a cerca de 300,000 habitantes asentados en un radio de 30 km de distancia del cráter, en donde se incluyen las ciudades de Colima y Ciudad Guzmán. La lluvia de ceniza podría afectar ciudades más distantes como Guadalajara, Guanajuato, Aguascalientes, San Luis Potosí y la misma ciudad de México, entre otras.

AGRADECIMIENTOS

Los estudios realizados en el Volcán de Colima han sido financiados por PromeP UASLP-PT-56, CO2-FAI-11-29.90, CONACYT (45928 a R. Saucedo y 47226 a J.L. Macías) y DGAPA (IN114206-3 a J.L. Macías). Se agradece el apoyo recibido durante las observaciones de campo a Carlos y Jorge Martínez Durán (Universidad de Colima) y a Ana García Semperes (Universidad de Alicante). Asimismo, deseamos agradecer al Dr. Ignacio Galindo del CUICA por la información que nos facilitó sobre la dispersión de las nubes de ceniza, a Gabriel Reyes D. por la información sismológica y a A.M. Rocha por el apoyo técnico recibido. Finalmente, agradecemos los atinados comentarios durante el proceso de arbitraje efectuados por Jorge Aranda y Edgardo Cañón.

BIBLIOGRAFÍA

Arreola, J.M., 1915. Catálogo de las erupciones antiguas del Volcán de Colima. *Memorias de la Soc. Antonio Alzate*, tomo, 32: 443-481.

- Bárcena, M., 1887. Informe sobre el estado actual del volcán de Colima. *Anales del Ministerio de fomento de México*. p. 328-365.
- BGVN, 1998a. *Bulletin of the Global Volcanism Network*, Smithsonian Institution, Washington D.C, 23 (9): 7-8.
- BGVN, 1998b. *Bulletin of the Global Volcanism Network*, Smithsonian Institution, Washington D.C, 23 (10): 9.
- BGVN, 1999. *Bulletin of the Global Volcanism Network*, Smithsonian Institution, Washington D.C., 24 (1): 3-5.
- Bretón *et al.*, 2002. Summary of the historical eruptive activity of Volcán de Colima, México 1519-2000. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, V.117, p. 21-46.
- Cortés, A., Gavilanes, J.C., 1998. Evolución morfoestructural de la cima del volcán de Colima (1997-1998). *GEOS, Unión Geofísica Mexicana*, Puerto Vallarta, Jal., pp. 38-39.
- De La Cruz S., 1993. The historical eruptive activity of Colima Volcano, México. *Journal Volcanology and Geothermal Research*, v. 55, p. 51-68.
- Dolfus, A., Monserrat, E., 1867. *Arcive de la commission scientifique du Mexique Ministère de L'instruction Publique.*, tomo III: 7-55
- Galindo, I., Gavilanes, J.C., Cervantes, L., López J. P., Bricio E., and Zuazo N., 2006. Real-time remote sensing monitoring of lava flows of Volcán de Colima (México), 1996-2005. *EGU 2006 General Assembly*. Vienna, Austria.
- Gavilanes Ruiz J.C., 2004. Simulación de escenarios eruptivos del Volcán de Colima y aportaciones al plan de contingencias del estado de Colima. *Tesis de Maestría*. Programa de Posgrado en Geografía, UNAM, 136 páginas.
- Gavilanes-Ruiz J.C., Varley N., Cuevas A., Jones V., 2004. Modeling and probabilities of hazards at Volcán de Colima: implications for risk management. *2004 IAVCEI Meeting*, Pucón, Chile.
- Luhr, J.F. and Carmichael, I.S.E., 1990. Geology of Volcán de Colima Universidad Nacional Autónoma de México, *Instituto de Geología. Boletín 107*. México DF. 1-101 + plate.
- Martín Del Pozzo, A. L., Romero, V. H. Ruiz - Kitcher. R. E., 1987. Los flujos piroclásticos del Volcán de Colima. México, *Geofísica Internacional*, 26-2: 291-307.
- Martín Del Pozzo, A. L., Sheridan, M.F. and Barrera, D., Hubp, J.L. Vázquez, L., 1995. Mapa de peligros, Volcán de Colima. *Instituto de Geofísica, Universidad Nacional*



- Autónoma de México*, México DF.
- Medina-Martínez, F., 1983. Analysis of the eruptive history of the Volcán Colima, México, 156-1980. *Geofísica Internacional*, v. 22, p.157-178.
- Mooser F, 1961. Los volcanes de Colima. Instituto de Geología, UNAM; *Bol. No 61*, p. 49-71
- Navarro, C., A. Cortés, A., y A. Téllez, *Mapa de peligros del Volcán de Fuego de Colima*. Universidad de Colima, México, 2003.
- Orozco, M.N., 1869, Observaciones hechas en el mes de agosto de 1869 (por el ingeniero Miguel N. Orozco) de los fenómenos igneos del volcán de Colima: Colima, *Imprenta. del Gobierno del Estado* a cargo de L. Orozco, 12 p.
- Ortiz, S.G., 1994. La zona volcánica "Colima" del Estado de Jalisco. *Monografía del Instituto de Geografía de la Universidad de Guadalajara*, 44 p.
- Rodríguez-Elizarrarás, S.R., Siebe, C., Komorowski, J.C., Espindola, J.M., and Saucedo, R., 1991. Field observation of pristine block-and-ash-flow deposits emplaced April 16-17, 1991 at Volcán de Colima, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 48:399-412.
- Sartorius, C., 1869. Eruption of the volcano of Colima in June 1869. *Smithsonian Report*, pp. 423.
- Saucedo, G.R., 1997, Reconstrucción de la erupción de 1913 del volcán de Colima: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, *Tesis de Maestría*, 185p.
- Saucedo, R. 2001. Erupciones de 1991 y 1998-1999 del Volcán de Colima: Mecanismos de transporte y depositación de los flujos piroclásticos de bloques y ceniza. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geofísica, *Tesis de doctorado*.
- Saucedo, R. y Macías, J.L. (1999) La Historia del Volcán de Colima. *Tierra Adentro*, No. 98, pp. 8-14.
- Saucedo, R., Macías, J.L., Bursik, M.I., Mora, J.C., Gavilanes, J.C., Cortés, A., 2002. Emplacement of pyroclastic flows during the 1998-1999 eruption of Volcán de Colima, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, V. 177, p. 129-153.
- Saucedo, G.R., Macías, J.L., Bursik, M.I., 2004, Merapi-type pyroclastic flows produced during the 1991 eruption of Colima Volcano: stratigraphy, sedimentology and emplacement mechanisms. *Bulletin of Volcanology*, 66(4), 291 – 306.
- Sheridan, M.F., Macías, J.L., 1995. Estimation of risk probability for gravity-driven pyroclastic flows at Volcán Colima, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 66, 251-256.
- Taran, Y., Gavilanes, J.C., Cortés, A., 2002, Chemical and isotopic composition of fumarolic gases and the SO₂ flux from Volcán de Colima, México, between the 1994 and 1998 eruptions: *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 117(1-2), 105-119.
- Tello, F. A., 1651. Libro segundo de la Crónica Miscelánea en que se trata de la Conquista Espiritual y temporal de la Santa Provincia de Jalisco en el Nuevo Reino de la Galicia y Nueva Vizcaína y Descubrimiento del Nuevo México, *Imprenta de la Republica Literaria*, Guadalajara.
- Thorpe, R. S., Gibson, I. L., and Vizcaíno. J. S., 1977. Andesitic pyroclastic flows from Colima Volcán o: *Nature*, v. 265, p. 724-725.
- Waitz, P., 1915. El estado actual de los volcán es de México y la última erupción del Volcán de Colima (1913). *Revista Volcanológica*; 259-268.
- Waitz, P. 1935. *Datos históricos y bibliográficos acerca del Volcán de Colima Memorias de la Soc. Antonio Alzate*, tomo, 53: 349-383.
- Manuscrito recibido: 10 de marzo de 2006
 Recepción del manuscrito corregido: 7 de agosto de 2006
 Manuscrito aceptado: 11 de diciembre de 2006

Boletín de la red sísmica del noroeste de México (periodo enero a diciembre de 2005)

GRUPO RESNOM¹

Departamento de Sismología
División de Ciencias de la Tierra, CICESE
Apdo. Postal No. 2732, Ensenada, B. C., México
<http://sismologia.cicese.mx/resnom>
Correo electrónico: resnom@cicese.mx

¹PERSONAL DEL GRUPO RESNOM

Investigadores responsables: Antonio Vidal Villegas y Luis Munguía Orozco

Técnicos en electrónica: Luis Orozco León y Oscar Gálvez Valdez

Técnicos lecturistas: Francisco Farfán Sánchez e Ignacio Méndez Figueroa

Programador: Sergio Arregui Ojeda

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la Red Sísmica del Noroeste de México (RESNOM) es registrar la actividad sísmica de la región norte de Baja California y la porción occidental del estado de Sonora, México, entre los 30° y 33° de latitud norte y 114° y 117° de longitud oeste, aproximadamente (Figura 1). La información digital de los temblores que esta red registra es esencial para estudios sismotectónicos de la región, la cual incluye un segmento importante de la frontera entre las placas Norteamérica y Pacífico.

La red consiste de 12 estaciones de periodo corto, 3 estaciones de banda ancha y una estación de periodo largo. Cada estación está constituida por tres sismómetros que registran dos componentes mutuamente ortogonales de movimiento horizontal y una componente de movimiento vertical. Una descripción de las características de la instrumentación usada en las estaciones se puede ver en Grupo RESNOM (2002). Las señales digitales generadas en los sitios de ubicación de las estaciones se envían al centro de procesado en Ensenada, Baja California, por medio de enlaces de radio (para estaciones de periodo corto) o mediante un sistema de transmisión combinado de radio enlaces e Internet (para estaciones de banda ancha). La descripción de los sistemas de adquisición de las señales de periodo corto y de periodo largo se encuentra en Arregui (2004). Con respecto a la descripción del sistema de adquisición de las señales de banda ancha, ésta puede consultarse en Grupo RESNOM (2003).

Como resultado del funcionamiento de RESNOM, se ha generado un importante banco de datos formado por sismogramas, tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y magnitudes de los sismos del norte de Baja California principalmente. En este boletín se presenta una descripción breve del procesamiento de los datos sísmicos y una exposición sucinta de la sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo de enero a diciembre de 2005.

PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS PRELIMINAR DE DATOS

PROCESAMIENTO

Para un sismo dado, tanto las señales de periodo corto como las de banda ancha y, en algunos casos, las señales provenientes de la estación de periodo largo se cambian al formato SEISAN. Una vez que se tienen todas las señales en este formato, éstas se agrupan y se genera un solo archivo con toda la información del sismo. Este archivo se registra a continuación en la base de datos de RESNOM (siguiendo la estructura de SEISAN) y se efectúa el procesamiento estándar de la información del sismo registrado. Dicho procesamiento consiste en leer los tiempos de arribo, localizar el hipocentro y calcular la magnitud correspondiente.

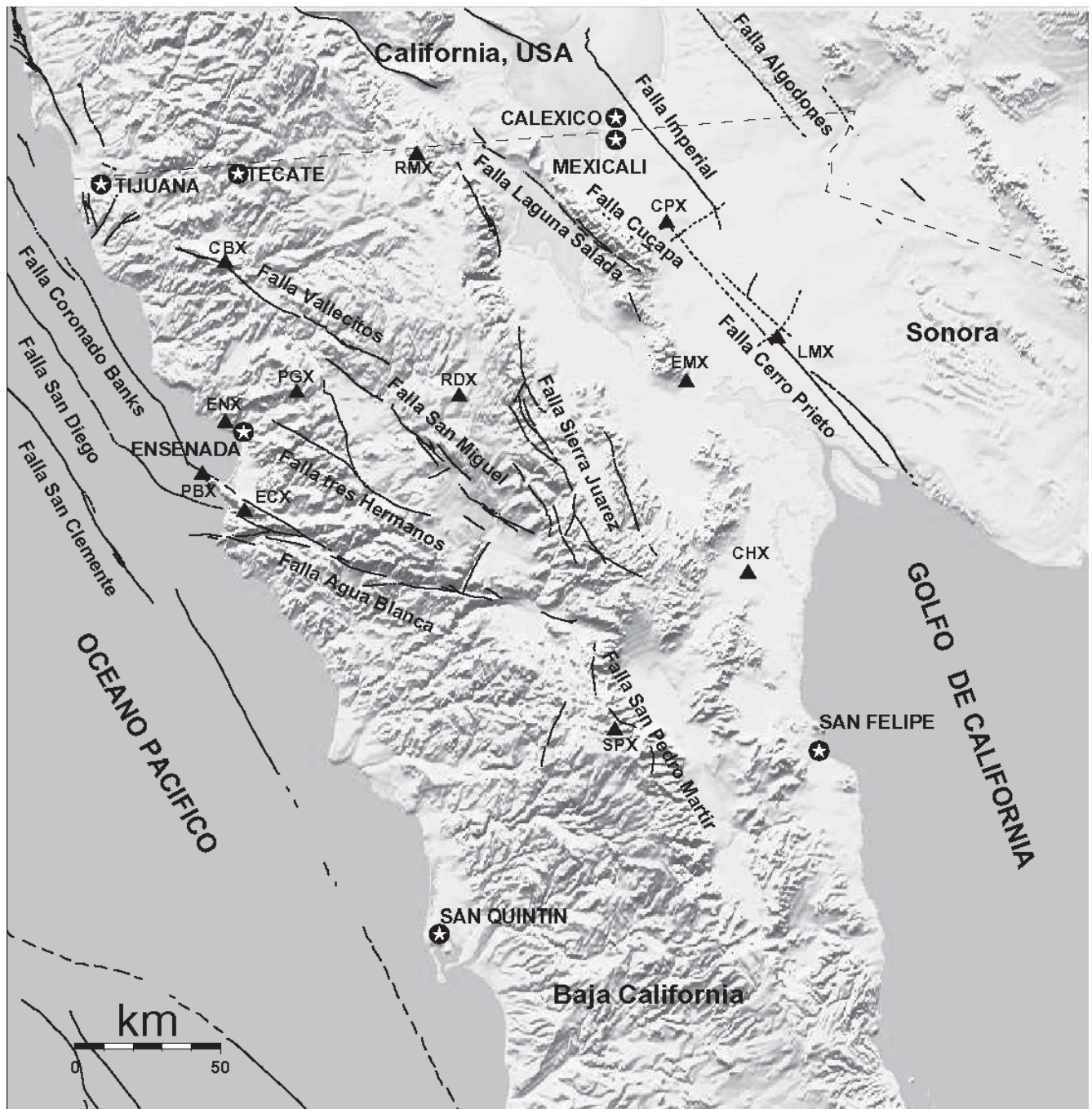


Figura 1. Fallas principales de la región norte de Baja California y estaciones sísmicas (triángulos) de la Red Sísmica del Noroeste de México

LOCALIZACIÓN DE HIPOCENTROS

A partir de enero de 2003, para la localización de los sismos se utiliza el programa HYPOCENTER de Lienert y Havskov (1995), el cual forma parte del paquete SEISAN. Los modelos de velocidades de la corteza usados en el proceso de localización son los propuestos por Nava y Brune (1982) para las Sierras Peninsulares de Baja California (SPBC) y Munguía (1995) para el Valle de Mexicali (VM). Este último

modelo está basado en la estructura de velocidades propuesta por McMechan y Mooney (1980) para el Valle Imperial. Para sismos que ocurren en la vecindad de la frontera con el estado de California, Estados Unidos, la información de RESNOM se complementa frecuentemente con tiempos de arribo proporcionados por la Red Sísmica del Sur de California, el Servicio Geológico de Estados Unidos y

por el Centro de Datos Sísmicos del Sur de California (SCEDC, por sus siglas en inglés).

CÁLCULO DE MAGNITUDES

A partir de enero de 2003 se reportan conjuntamente para cada evento dos tipos de magnitud: la magnitud local y la magnitud de duración. La magnitud local se calcula a partir de las amplitudes máximas medidas en

sismogramas Wood-Anderson equivalentes. Estas amplitudes se utilizan en combinación con alguna de las dos relaciones empíricas propuestas por Vidal y Munguía (1999) para el cálculo de la magnitud local: una aplicable a sismos de las SPBC y otra a sismos del VM. La magnitud de duración se calcula con base en la duración medida en los registros de periodo corto y la relación propuesta por González y García (1986).

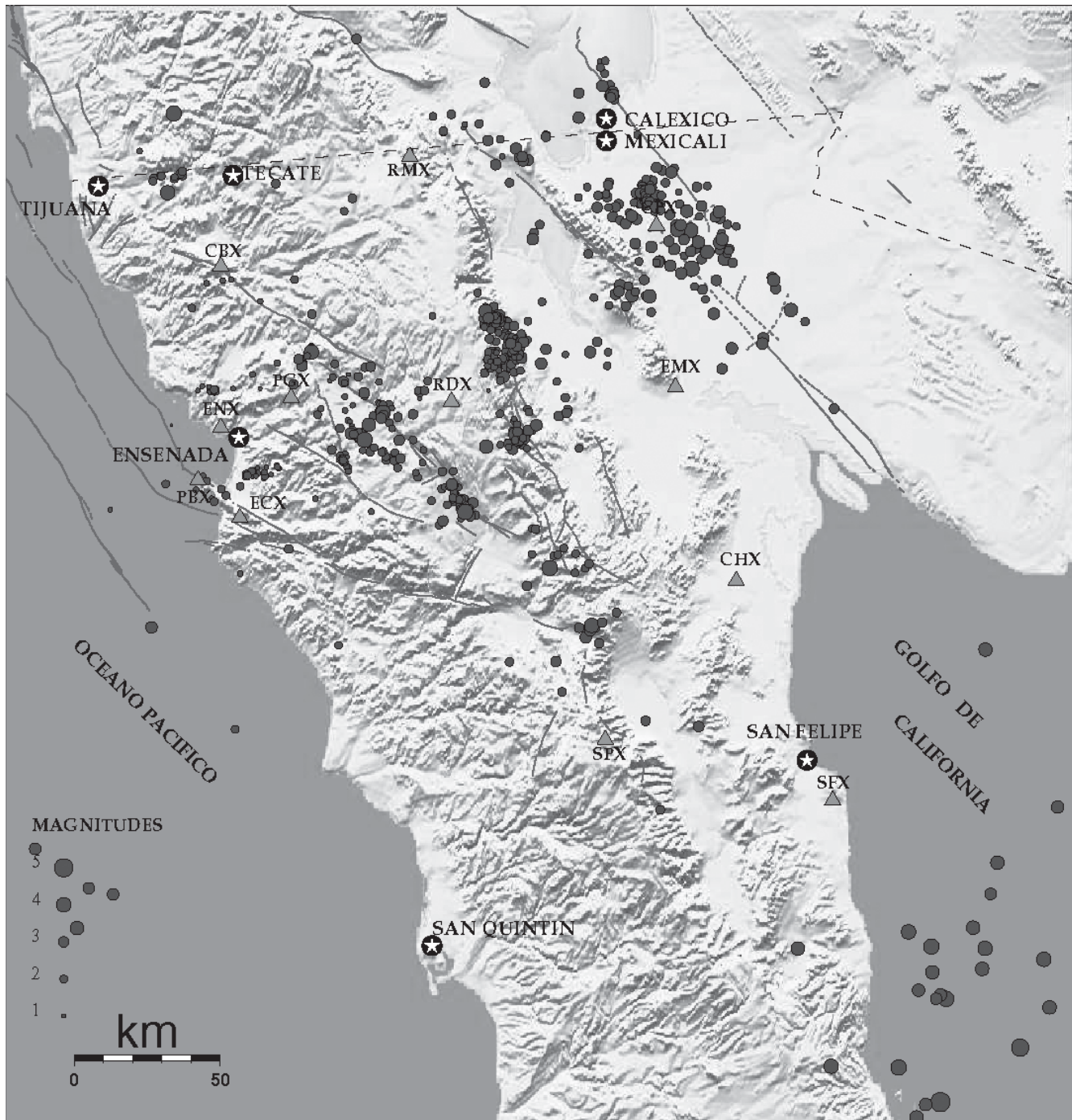


Figura 2. Epicentros (círculos) de temblores de la región registrados durante el año 2005.

DIFUSIÓN DE LA INFORMACIÓN DE RESNOM

Como resultado del procesamiento de los datos, se genera periódicamente el Boletín de Información Sísmica, que contiene tiempos de arribo, localizaciones hipocentrales y valores de magnitud de los sismos registrados. Los boletines y la información de la red en general pueden consultarse en la página electrónica de RESNOM (<http://sismologia.cicese.mx/resnom>). Con fines de divulgación, a partir del año 2003, los boletines se envían también al Centro Internacional de Sismología (con sede en Inglaterra).

SISMICIDAD DE ENERO A DICIEMBRE DE 2005

En este periodo se localizaron alrededor de 1430 sismos en el norte de Baja California, con magnitudes comprendidas entre 0.7 y 5.2. En la región del Valle de Mexicali la actividad sísmica se concentró en la

porción norte de la falla Cerro Prieto y sur de la falla Imperial, además del sur de la falla Laguna Salada. Los sismos comprendidos en estas zonas tienen una orientación NE-SW (Figura 2). Asimismo, en la Figura 2 se aprecia que en las Sierras Peninsulares la sismicidad se concentró principalmente en la porción central de la falla Sierra Juárez (198 sismos con magnitudes entre 1.5 y 3.9) y a lo largo de la falla San Miguel (137 sismos con magnitudes entre 1.1 y 4.2). En la Figura 3 se presenta una gráfica del número de sismos registrados durante cada día del año. Es de resaltar la actividad sísmica registrada durante los días 9 al 17 de mayo (del día 129 al 137 en la Figura 3). El día con mayor actividad fue el 15 de mayo, cuando se registraron 44 eventos. De estos sismos sólo fue posible localizar 19 y corresponden a un enjambre ocurrido en los alrededores del volcán Cerro Prieto. La magnitud de estos sismos estuvo comprendida en el intervalo de 1.8 a 3.4. Finalmente, es importante mencionar la actividad sísmica del

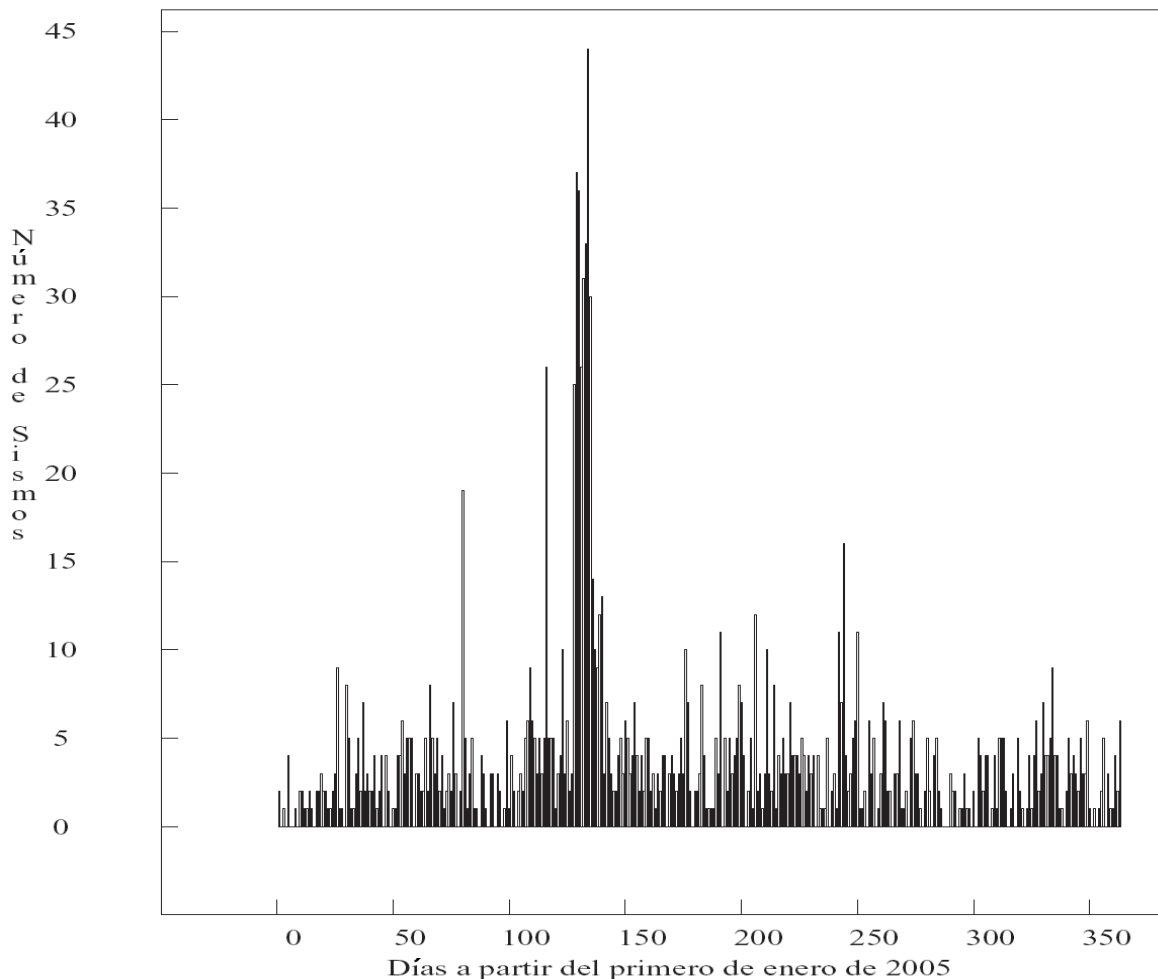


Figura 3. Actividad sísmica diaria registrada por RESNOM durante el año 2005.

Golfo de California, representada por 24 sismos con magnitudes comprendidas entre 2.7 y 5.2.

En cuanto a sismos de magnitud igual o mayor que 3.0, en la Tabla 1 se presentan las localizaciones hipocentrales de 174 de ellos. Con respecto al área geográfica mostrada en la Figura 2, se localizaron 23 sismos en el Golfo de California (3.0 $d \leq M d \leq 5.2$), 9 en

el Océano Pacífico frente a las costas de Baja California entre Ensenada y San Quintín (3.0 $d \leq M d \leq 4.2$), 48 en los extremos sur y norte de las fallas Cucapá, Imperial y Cerro Prieto (3.0 $d \leq M d \leq 4.4$), 56 en la región de las Sierras Peninsulares de Baja California (3.1 $d \leq M d \leq 4.4$) y 32 en el sur de California (3.0 $d \leq M d \leq 5.1$).

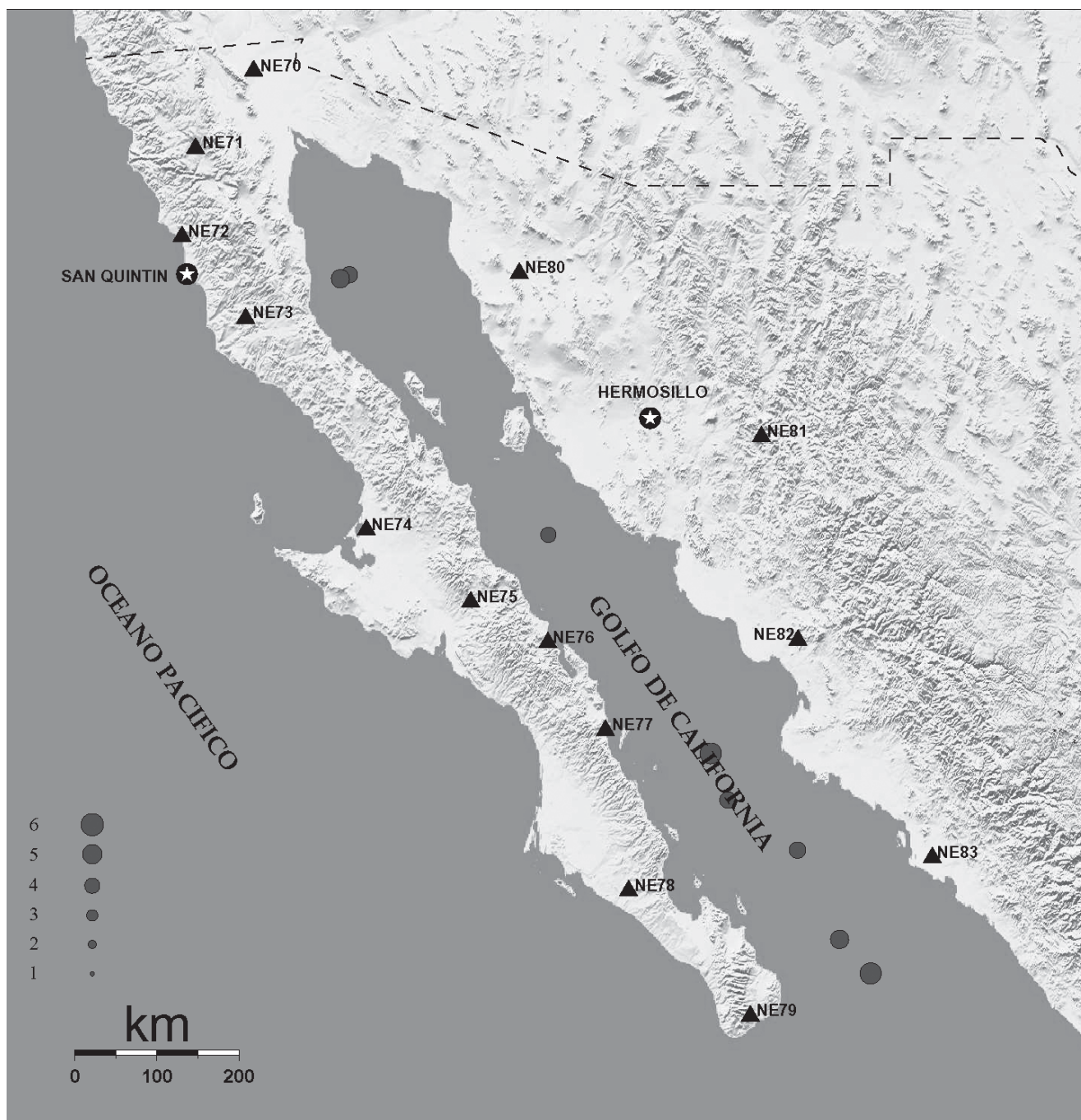


Figura 4. Distribución de epicentros (círculos) de sismos de magnitud mayor que 4.0 ocurridos en el Golfo de California. Se muestra también la distribución de las estaciones (triángulos) de NARS usadas en la localización de los sismos mostrados.

SISMOS RELEVANTES

Para este año sobresalen tres sismos de magnitud mayor que 5. El primero (M 5.2), ocurrió el 27 de abril de 2005 a las 00:32 (Tiempo Universal Coordinado, TUC) y fue localizado a 96 km al sur-suroeste de la ciudad de San Felipe, Baja California. No se tienen reportes de efectos sentidos por este temblor. El segundo sismo (M 5.1) ocurrió el 2 de septiembre de 2005 a las 01:27 (TUC) en el Valle Imperial, sur de California, Estados Unidos, a 60 km al norte de Mexicali, Baja California. Este sismo fue sentido en las ciudades de Mexicali, Tijuana y Ensenada. Otro sismo (M 5.2) que es importante resaltar, es el ocurrido el 22 de febrero de 2005 a las 19:15 (TUC) y fue sentido en un área geográfica amplia. Este sismo se localizó a 95 km al oeste de Los Mochis, Sinaloa, México y fue sentido en Loreto y La Paz, Baja California Sur además de Los Mochis, Sinaloa y Navojoa, Sonora, México. La localización de este sismo ocurrido en la región del Golfo de California fue posible gracias a los tiempos de arribo de la Red de Sismógrafos de Registro Autónomo (NARS, por sus siglas en inglés). Los datos de la red de NARS se usaron en combinación con los datos de RESNOM para la localización de los 8 sismos mostrados en la Figura 4. Las estaciones de la red de NARS están actualmente instaladas a lo largo del Golfo de California (Clayton *et al.*, 2004).

Tabla 1. Localizaciones hipocentrales de los sismos (M ee 3) registrados por RESNOM durante 2005

ENERO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 01 02	20 58 45.8	32 18.18	-115 11.40	7.0*	0.30	2.90	2.60	4.40
2005 01 04	21 19 49.2	32 17.46	-115 13.32	7.0*	0.30	3.60	3.80	3.20
2005 01 06	18 44 14.2	32 11.40	-115 49.98	6.0*	0.30	4.40	2.10	3.80
2005 01 09	23 52 35.0	32 26.58	-115 22.62	5.0*	0.20	3.90	2.70	3.20
2005 01 13	09 07 37.0	32 06.24	-114 58.14	6.0*	0.30	1.90	2.60	3.20
2005 01 14	18 01 24.0	31 53.28	-116 11.82	6.0*	0.30	1.90	2.30	3.70
2005 01 20	15 46 01.5	32 46.08	-115 32.52	17.00	0.30	2.90	2.40	3.00
2005 01 27	21 25 59.2	32 36.00	-115 43.14	2.10	0.20	1.90	1.40	3.00
2005 01 31	14 05 24.4	32 45.66	-115 26.40	15.20	0.30	1.70	1.70	3.40
2005 01 31	14 54 19.7	32 07.56	-117 36.96	7.0*	0.20	1.30	2.80	3.40
FEBRERO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 02 02	13 17 40.2	31 55.32	-116 09.12	5.50	0.20	1.20	1.40	4.10
2005 02 03	11 11 55.1	31 20.82	-116 52.50	5.80	0.10	1.40	2.30	3.10
2005 02 04	10 00 52.9	31 43.74	-115 56.28	1.90	0.20	1.30	1.70	3.10
2005 02 05	11 18 54.2	31 53.22	-115 40.44	1.00	0.30	3.20	2.50	3.10
2005 02 06	05 59 37.4	32 42.18	-115 32.52	3.00	0.20	1.80	1.60	3.20
2005 02 06	08 46 12.6	27 57.52	-111 59.60	9.0*	0.40	2.70	2.70	4.0+
2005 02 07	07 53 59.9	32 22.20	-115 21.96	6.0*	0.30	3.00	1.80	3.00
2005 02 08	15 09 59.7	32 33.54	-115 15.18	5.0*	0.10	2.40	2.70	3.10
2005 02 09	10 17 51.4	32 37.26	-115 44.28	4.80	0.20	1.00	1.10	3.20
2005 02 15	22 23 28.0	31 39.36	-115 53.82	6.0*	0.20	1.20	1.40	4.40
2005 02 22	19 15 48.67	25 47.09	-110 11.80	8.0*	0.40	5.00	3.20	5.20
2005 02 24	08 58 54.1	30 37.80	-114 15.36	8.0*	0.10	4.60	3.60	3.30
2005 02 26	13 51 09.7	32 27.24	-115 06.24	7.0*	0.30	3.50	2.30	3.40
2005 02 27	23 56 08.4	32 26.22	-115 06.12	5.0*	0.30	1.90	1.80	3.00
MARZO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 03 03	09 36 49.5	32 14.16	-115 25.68	5.0*	0.30	0.90	1.60	3.00
2005 03 10	04 08 56.5	32 15.54	-115 24.78	5.0*	0.30	1.80	2.10	3.30
2005 03 13	23 43 15.5	33 18.36	-116 51.12	13.20	0.30	1.70	2.30	3.70
2005 03 14	20 34 57.7	32 22.92	-115 05.70	6.0*	0.20	3.00	3.60	3.40
2005 03 22	08 29 29.6	32 28.02	-115 18.00	6.0*	0.20	1.10	1.40	3.30
2005 03 22	08 55 05.5	33 17.46	-116 15.36	2.60	0.30	1.40	1.60	3.90
2005 03 31	08 35 19.0	31 55.26	-116 09.30	5.40	0.20	1.10	1.00	3.10
ABRIL								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 04 06	04 20 27.0	32 07.08	-114 57.96	4.0*	0.20	1.20	1.80	3.30
2005 04 12	11 06 46.7	32 42.84	-116 48.36	18.10	0.20	0.80	1.20	4.30
2005 04 19	00 08 58.1	32 30.78	-115 19.20	8.0*	0.30	1.10	1.30	3.00
2005 04 19	15 30 02.4	30 25.08	-114 26.28	12.0*	0.20	3.40	3.60	3.80
2005 04 19	15 37 50.2	30 31.62	-114 30.72	8.0*	0.10	2.20	2.60	4.10
2005 04 19	18 17 59.9	31 30.36	-115 37.98	5.20	0.30	1.70	2.00	4.40
2005 04 19	21 19 04.6	30 26.35	-114 10.20	2.0*	0.30	7.00	3.70	3.50
2005 04 20	00 26 22.2	30 20.76	-114 25.62	8.0*	0.20	3.40	4.60	3.20
2005 04 20	02 21 26.8	30 28.98	-114 16.44	4.0*	0.20	2.90	4.00	3.90
2005 04 20	06 48 20.5	32 42.00	-117 35.46	8.0*	0.30	2.00	3.50	3.10
2005 04 20	08 51 07.3	32 21.66	-115 18.96	7.0*	0.30	1.00	1.30	3.30
2005 04 21	03 29 50.5	31 30.30	-115 38.04	5.0*	0.20	1.00	1.10	3.00
2005 04 22	21 29 24.5	31 04.86	-115 10.02	5.0*	0.20	2.40	2.40	3.00
2005 04 24	19 41 46.9	30 21.42	-114 24.84	7.0*	0.20	3.40	4.40	3.50
2005 04 25	22 59 39.6	30 03.54	-114 27.60	8.0*	0.00	4.30	4.90	3.50
2005 04 27	00 24 13.3	30 29.18	-114 11.90	10.0*	0.40	3.50	5.80	4.80



Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 04 27	00 32 59.8	30 26.75	-114 18.10	10.0*	0.60	3.80	5.80	5.20
2005 04 27	07 29 57.9	30 32.34	-114 18.66	8.0*	0.30	3.70	5.20	3.70
2005 04 27	07 35 07.9	30 09.60	-114 32.64	10.0*	0.10	2.70	4.00	4.30
2005 04 27	09 44 10.4	30 27.18	-114 05.46	10.0*	0.20	3.50	4.60	3.90
2005 04 29	08 22 52.8	30 25.62	-114 16.98	7.0*	0.30	7.80	7.00	3.70
2005 04 29	11 26 29.2	32 25.38	-115 23.76	5.0*	0.30	1.10	1.10	3.00
2005 04 30	04 43 35.3	30 09.78	-114 45.24	7.0*	0.30	3.90	6.80	3.90
MAYO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 05 02	02 32 47.9	32 19.26	-115 17.58	5.0*	0.20	0.90	1.50	3.20
2005 05 04	11 39 36.4	30 22.14	-114 28.92	15.0*	0.10	2.40	3.40	3.50
2005 05 06	04 44 20.2	32 20.82	-115 08.40	7.0*	0.30	1.80	2.30	3.70
2005 05 09	21 48 38.8	32 29.34	-115 19.44	6.0*	0.30	1.00	1.20	3.30
2005 05 10	04 01 33.6	32 29.16	-115 19.56	7.0*	0.30	1.00	1.10	3.10
2005 05 10	04 19 21.9	32 28.86	-115 19.38	7.0*	0.30	1.00	1.30	3.30
2005 05 10	05 18 18.3	32 29.22	-115 19.56	7.0*	0.20	1.00	1.20	3.40
2005 05 10	07 57 20.9	32 29.46	-115 19.74	7.0*	0.20	0.80	1.00	3.30
2005 05 10	13 58 30.8	32 30.48	-115 20.10	7.0*	0.30	2.00	2.40	3.10
2005 05 11	12 31 04.0	32 29.46	-115 19.26	7.0*	0.30	1.80	2.20	3.20
2005 05 12	05 34 37.4	32 30.36	-115 21.00	4.0*	0.30	1.30	1.90	3.00
2005 05 13	17 10 52.4	32 29.70	-115 19.20	7.0*	0.30	1.80	2.20	3.00
2005 05 13	17 20 32.1	32 24.30	-115 11.58	4.0*	0.30	1.10	1.20	3.90
2005 05 14	10 32 29.5	32 28.98	-115 19.56	9.70	0.30	1.30	1.70	3.10
2005 05 15	18 34 50.0	32 29.94	-115 21.06	8.00	0.20	1.70	2.30	3.00
2005 05 15	18 35 05.8	32 30.18	-115 19.68	10.10	0.30	2.30	2.60	3.40
2005 05 15	19 01 50.0	32 29.76	-115 20.04	6.0*	0.30	1.30	1.70	3.20
2005 05 16	17 34 02.1	32 29.52	-115 19.68	8.20	0.20	2.80	2.60	3.20
2005 05 16	21 05 08.0	32 28.80	-115 20.22	8.0*	0.30	1.10	1.40	3.10
2005 05 18	02 16 14.8	31 52.38	-115 42.00	1.80	0.20	1.70	1.10	3.00
2005 05 19	06 40 28.8	32 10.32	-115 48.00	8.50	0.20	1.40	1.40	3.20
2005 05 19	23 29 57.7	31 51.84	-116 15.24	4.10	0.20	1.30	0.80	3.10
2005 05 21	00 39 32.6	33 15.18	-116 12.48	16.80	0.30	2.70	2.10	4.10
2005 05 21	19 57 33.7	30 19.07	-114 21.90	6.0*	0.10	2.10	3.40	4.20
2005 05 23	11 26 40.2	32 04.92	-115 30.36	6.0*	0.20	1.40	1.20	3.20
2005 05 24	02 49 24.6	32 22.44	-115 10.14	6.0*	0.20	1.30	1.60	3.40
2005 05 25	01 41 46.7	32 13.80	-115 19.26	8.0*	0.30	1.00	1.50	3.70
2005 05 29	18 30 45.5	32 32.52	-117 35.16	15.00	0.30	1.80	3.30	4.20
JUNIO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 06 05	08 28 47.1	23 33.46	-108 25.50	16.0*	0.10	8.30	7.80	5.7+
2005 06 08	14 35 49.5	32 18.66	-115 15.42	4.0*	0.30	1.40	2.20	3.20
2005 06 11	20 13 56.8	32 31.68	-117 34.74	12.0*	0.20	1.60	4.00	3.20
2005 06 12	15 41 46.7	33 32.46	-116 33.84	11.80	0.10	1.00	1.60	5.00
2005 06 24	02 22 45.1	25 18.96	-110 0.30	14.0*	0.60	5.30	10.10	4.2+
2005 06 25	22 32 05.9	30 19.38	-114 04.38	7.0*	0.30	6.00	6.20	3.60
2005 06 26	11 27 41.2	23 54.11	-108 46.00	26.0*	0.20	5.70	13.30	4.7+
JULIO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 07 03	13 16 33.6	32 22.32	-115 06.06	8.0*	0.20	1.30	1.70	3.80
2005 07 06	19 46 34.0	32 03.06	-115 39.54	6.0*	0.20	1.20	1.00	3.30
2005 07 09	01 09 55.1	32 04.02	-115 43.26	1.0*	0.30	1.70	1.30	3.10
2005 07 09	08 55 11.2	24 48.50	-109 14.00	20.0*	0.50	4.20	3.50	4.2+
2005 07 28	21 11 51.8	31 21.12	-115 30.12	7.0*	0.20	1.70	3.10	4.00
2005 07 29	17 29 38.9	31 51.78	-115 44.34	2.80	0.30	1.80	1.20	3.80

AGOSTO								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 08 01	17 23 26.5	32 21.30	-115 14.70	8.0*	0.30	1.80	3.80	3.10
2005 08 03	06 24 59.9	30 45.12	-117 14.28	10.0*	0.20	2.10	3.40	3.30
2005 08 05	13 30 44.4	32 24.42	-115 13.92	6.0*	0.20	1.40	2.40	4.00
2005 08 05	14 20 38.9	32 25.14	-115 13.44	4.50	0.30	1.70	1.90	3.10
2005 08 11	07 38 32.4	32 30.36	-115 19.44	4.50	0.20	1.70	2.30	3.50
2005 08 12	06 35 55.8	32 36.18	-118 07.44	8.0*	0.30	2.90	3.90	3.70
2005 08 12	23 47 09.7	32 10.80	-115 47.46	5.0*	0.20	0.90	1.50	3.20
2005 08 13	09 55 14.7	32 38.22	-118 05.34	8.0*	0.30	3.90	4.20	3.00
2005 08 15	22 00 06.5	31 50.88	-115 43.92	2.50	0.20	1.80	2.20	3.80
2005 08 15	22 18 57.7	31 51.36	-115 44.34	2.40	0.20	1.90	2.40	3.20
2005 08 17	10 07 14.5	32 00.96	-115 46.56	7.0*	0.20	1.20	1.70	3.20
2005 08 17	11 47 35.6	32 27.36	-115 12.30	6.0*	0.20	1.90	2.20	3.40
2005 08 18	22 04 19.5	31 50.40	-115 44.28	3.10	0.30	2.30	2.80	3.10
2005 08 19	15 38 14.0	31 51.18	-115 42.90	2.90	0.30	2.30	2.50	3.70
2005 08 22	23 31 28.3	30 29.22	-114 26.52	5.0*	0.10	4.20	3.90	4.20
2005 08 31	15 35 37.7	33 11.04	-115 36.54	2.70	0.30	1.60	1.40	3.70
2005 08 31	16 18 48.1	33 10.92	-115 36.06	17.60	0.30	1.40	1.40	3.30
2005 08 31	22 47 45.0	33 10.02	-115 36.00	3.0*	0.30	1.60	1.80	4.60
2005 08 31	22 50 24.4	33 11.22	-115 36.90	2.0*	0.30	1.50	1.40	4.40
2005 08 31	23 07 16.7	33 10.62	-115 36.96	3.0*	0.20	1.20	1.40	4.30
2005 08 31	23 27 32.7	33 11.40	-115 34.68	3.0*	0.20	1.50	1.30	4.20
2005 08 31	23 32 11.5	33 11.46	-115 36.48	3.0*	0.30	1.60	2.10	4.50
SEPTIEMBRE								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 09 01	04 15 22.6	33 10.02	-115 37.26	7.0*	0.30	1.20	1.70	3.20
2005 09 01	08 24 27.2	33 10.02	-115 36.42	3.0*	0.30	1.90	2.10	3.30
2005 09 01	13 50 09.5	33 10.14	-115 37.38	3.0*	0.30	1.30	2.00	3.90
2005 09 01	13 50 20.9	33 09.66	-115 36.12	3.0*	0.20	2.30	1.80	4.40
2005 09 02	01 23 44.1	33 11.22	-115 36.66	3.30	0.20	1.50	1.70	3.20
2005 09 02	01 27 19.0	33 10.32	-115 37.20	3.20	0.20	1.60	1.70	5.10
2005 09 02	02 46 35.9	33 09.30	-115 38.94	3.80	0.20	1.20	1.70	3.90
2005 09 02	06 44 28.3	33 10.56	-115 37.26	3.0*	0.30	1.50	1.50	3.40
2005 09 03	06 53 52.2	32 30.24	-116 49.50	13.50	0.20	0.80	1.50	3.90
2005 09 05	08 53 54.0	33 10.50	-115 37.14	5.0*	0.30	1.40	2.00	4.00
2005 09 05	23 49 37.3	33 10.32	-115 35.76	3.0*	0.30	1.70	1.90	3.10
2005 09 08	22 49 57.4	33 09.18	-115 39.42	3.0*	0.30	1.10	1.30	3.00
2005 09 11	06 07 28.2	33 11.76	-116 02.58	3.0*	0.30	1.20	2.40	3.70
2005 09 13	02 27 11.7	30 37.74	-116 59.70	6.0*	0.10	1.80	2.30	3.30
2005 09 13	05 47 04.1	33 10.38	-115 34.92	6.0*	0.30	1.50	2.40	3.00
2005 09 13	18 00 27.4	30 32.22	-117 06.48	12.0*	0.20	3.00	4.20	3.80
2005 09 15	13 24 15.8	31 50.88	-116 12.60	6.0*	0.30	1.60	1.80	4.20
2005 09 18	17 36 09.7	31 20.40	-115 30.42	8.0*	0.20	1.10	2.10	3.30
2005 09 19	02 35 16.8	31 20.88	-115 29.64	8.0*	0.10	0.90	1.50	3.10
2005 09 19	14 03 22.2	31 19.20	-115 31.20	13.60	0.20	1.70	2.30	3.30
2005 09 19	20 09 10.9	33 13.44	-115 32.94	4.0*	0.30	1.50	2.20	3.20
2005 09 19	22 14 40.7	30 01.50	-114 29.28	11.0*	0.10	6.90	8.00	3.70
2005 09 19	23 00 16.6	33 14.04	-115 32.22	4.0*	0.40	1.90	2.50	4.00
2005 09 20	06 02 51.7	33 14.88	-115 32.28	10.30	0.20	1.60	2.20	3.20
2005 09 24	11 20 59.4	32 26.04	-115 21.72	7.0*	0.30	2.70	2.20	3.00
2005 09 24	16 55 31.9	32 47.22	-115 28.08	7.0*	0.20	3.10	1.70	3.10
2005 09 26	07 44 30.6	32 00.24	-116 16.56	8.0*	0.10	2.70	1.60	3.00
2005 09 28	15 31 24.9	31 20.88	-115 30.06	5.0*	0.10	1.80	1.50	3.50

OCTUBRE								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 10 01	06 03 57.7	32 06.54	-115 44.58	6.0*	0.20	1.40	1.20	3.00
2005 10 02	15 00 00.6	32 06.84	-115 45.30	5.50	0.10	1.30	1.30	3.80
2005 10 02	15 10 01.2	32 06.42	-115 44.46	6.0*	0.20	0.90	0.90	3.90
2005 10 04	06 18 07.2	32 34.02	-118 07.14	10.0*	0.20	2.40	3.20	3.50
2005 10 08	03 20 12.8	32 06.48	-115 44.40	6.0*	0.20	1.00	1.10	3.10
2005 10 08	23 54 25.3	32 05.70	-115 43.56	6.0*	0.20	1.30	1.60	3.00
2005 10 13	00 38 34.5	32 22.86	-115 41.16	7.0*	0.20	1.60	1.40	3.20
2005 10 18	00 29 15.8	32 28.26	-118 08.64	18.0*	0.40	2.50	3.10	3.70
2005 10 19	08 51 26.5	32 29.10	-118 09.00	20.0*	0.20	1.50	1.50	3.90
2005 10 26	06 53 40.7	32 25.08	-115 14.10	5.0*	0.30	1.50	1.90	3.40
NOVIEMBRE								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 11 01	19 40 18.3	31 49.80	-115 49.86	3.50	0.10	1.70	1.80	3.70
2005 11 06	23 19 41.9	30 51.84	-114 02.82	9.0*	0.10	7.90	6.20	3.40
2005 11 08	03 25 02.0	30 28.92	-114 51.48	12.0*	0.10	4.70	6.10	3.70
2005 11 08	04 11 59.5	30 42.90	-114 14.16	12.0*	0.00	6.40	6.50	3.80
2005 11 16	09 14 16.6	32 11.04	-115 07.20	6.0*	0.20	5.00	4.00	3.10
2005 11 17	04 51 46.9	32 05.52	-115 03.78	16.00	0.20	9.90	5.80	3.30
2005 11 17	04 54 28.3	32 02.28	-115 05.70	6.0*	0.30	4.40	3.80	3.00
2005 11 18	08 05 21.5	30 38.70	-117 04.26	4.0*	0.10	2.10	4.00	3.30
2005 11 25	12 32 53.6	31 17.28	-114 16.32	6.0*	0.20	3.60	4.70	3.80
2005 11 25	17 21 33.2	32 13.92	-115 22.56	5.0*	0.30	1.50	2.00	3.40
2005 11 26	21 58 57.4	32 02.70	-116 24.36	15.10	0.10	0.90	1.20	3.00
2005 11 27	17 00 02.9	32 02.76	-115 45.84	2.30	0.20	2.20	2.20	3.20
DICIEMBRE								
Fecha	Origen	Latitud	Longitud	Prof. (km)	RMS	ERY	ERX	Mag.
2005 12 01	07 37 16.6	32 19.68	-115 05.22	7.0*	0.20	1.50	2.50	3.40
2005 12 01	11 34 22.3	32 16.74	-114 56.28	12.0*	0.30	2.20	3.40	3.00
2005 12 01	14 03 51.7	32 16.38	-114 56.04	10.0*	0.30	2.30	3.20	3.50
2005 12 01	17 27 51.3	32 11.64	-114 52.80	10.0*	0.20	1.60	2.40	3.60
2005 12 01	20 11 05.6	32 15.06	-114 55.62	5.20	0.10	2.20	3.70	3.00
2005 12 03	05 58 29.9	31 47.82	-116 08.46	5.0*	0.10	1.30	0.90	3.00
2005 12 30	12 17 10.1	32 04.92	-116 22.56	4.0*	0.10	0.70	0.90	3.90

Abreviaturas y símbolos usados:

RMS = Error cuadrático medio de los residuales de tiempo.

ERY = Error en la latitud.

ERX = Error en la longitud.

* Profundidad restringida por el lectorista.

+ Magnitud reportada en los listados de la determinación preliminar de epicentros (PDE, por sus siglas en inglés) generados por el Centro Nacional de Información de Temblores de Estados Unidos (NEIC, por sus siglas en inglés).

AGRADECIMIENTOS

El financiamiento de RESNOM es posible gracias al apoyo proporcionado por el CICESE a través del proyecto no. 5152. Es de apreciar el apoyo secretarial de Enid A. Morán en las actividades diarias de la red.

REFERENCIAS

- Arregui, S., 2004. *Adquisición y visualización de datos de la Red Sísmica del Noroeste de México*. Tesis de licenciatura, UABC, Ensenada, Baja California, 93 p.
- Clayton, R. W., J. Tramper, C. Rebolgar, H. Paulseen, J. Ritsema, P. Persaud, H. Paulssen, X. Pérez-Campos, A. van Wettum, A. Pérez-Vertti y F. DiLuccio 2004. The NARS – Baja seismic array in the Gulf of California rift zone, *MARGINS* newsletter No. 13, 1-4.
- González, J. J. y R. A. García, 1986. Escala de magnitud-coda para estaciones sismográficas en el norte de Baja California, Resumen extenso en *Memorias de la Reunión 1986 de la Unión Geofísica Mexicana, A. C.*, 399-406.
- Grupo RESNOM, 2002. Estado actual de RESNOM y sismicidad de la región noroeste de México en el periodo septiembre-diciembre de 2001. *GEOS*, Unión Geofísica Mexicana, A. C., 22, 1, 43-48.
- Grupo RESNOM, 2003. Procesamiento de datos y sismicidad registrada por RESNOM durante el periodo enero a junio de 2003. *GEOS*, Unión Geofísica Mexicana, A. C., 23, 1, 37-41.
- Lienert, B. R. y J. Havskov, 1995. A computer program for locating earthquakes both locally and globally, *Seism. Res. Lett.*, 66, 5, 26-36.
- McMechan, G. A. y W. D. Mooney, 1980. Asymptotic ray theory and synthetic seismograms for laterally varying structures: theory and application to the Imperial, Valley, California. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 70, 2021-2035.
- Munguía, 1995. Estudio de microsismicidad en la zona de Riito, Sonora, México. *Informe técnico final CICESE-CFE*, 33 pp.
- Nava, F. A. y J. N. Brune, 1982. An earthquake-explosion reversed refraction line in the Peninsular Ranges of southern California and Baja California Norte. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 72, 4, 1195-1206.
- Vidal, A. y L. Munguía, 1999. The M_L scale in northern Baja California, México. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 89, 3, 750-763.

Tsunamis, sismos y huracanes y la XI Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra en Baja California

Enrique Gómez Treviño
División de Ciencias de la Tierra

CICESE
Ensenada, Baja California, México

ATMÓSFERA VIRTUAL

Algunos fenómenos naturales, tales como los sismos, tsunamis y huracanes, ya no son un misterio, aunque seguimos temiendo sus efectos y aún no podemos predecir su ocurrencia con suficiente confianza. Podemos, sin embargo, modelarlos matemáticamente en una computadora. Nuestros modelos son cada vez más parecidos a los fenómenos reales, y son muy útiles porque podemos analizar por adelantado diferentes escenarios y aprender de ellos. Podemos simular miles de posibles eventos y analizar sus efectos, en una especie de juego virtual en donde no hay limitaciones físicas. El que no haya limitaciones físicas no significa que en el juego pueda suceder cualquier cosa. De hecho sí hay limitaciones, pero en la forma de reglas del juego. Estas reglas son virtuales en el sentido que operan dentro de la computadora, pero se refieren al mundo real. Se trata de fórmulas o relaciones matemáticas entre las variables que definen el modelo. Por ejemplo, entre la presión, temperatura y densidad del aire en un pequeño volumen de la atmósfera (ley de los gases), entre las variables de volúmenes contiguos (la ecuación diferencial con respecto a las coordenadas), así como entre todas las variables y el tiempo (el término diferencial con respecto al tiempo). Una fuente virtual de calor y una variable más para el grado de evaporación del agua y completamos el cuadro: una atmósfera virtual que se comporta, en términos generales, en forma similar a la atmósfera real, con huracanes y todo.

NIVELES DE CONOCIMIENTO

Simular científicamente un fenómeno implica hacerlo desde algo que está antes o detrás del

fenómeno mismo, o sea desde otro nivel. Cuando Newton simuló el sistema solar y reprodujo las elipses de Kepler, lo hizo desde el nivel de su ley de la gravitación universal y de sus otras tres famosas leyes. Todas las regularidades que observó Kepler en el movimiento de los planetas aparecen en la simulación de Newton como por arte de magia. Su teoría reprodujo lo conocido y aún predijo lo no conocido, estableciéndose como la teoría ejemplar digna de ser imitada por las demás disciplinas. Y así fue. Le siguieron series y series de leyes relacionando diferentes órdenes de fenómenos: las teorías corpuscular y ondulatoria de la luz, al principio contradictorias pero finalmente reconciliadas, la teoría atómica de la materia, la teoría cinética de los gases, la teoría de la evolución, la teoría de la relatividad, la teoría del big bang y muchas otras más. Como en el caso de Newton, estas teorías consisten de un pequeño número de reglas o principios de los cuales se derivan innumerables comportamientos de fenómenos en determinado ámbito natural. Las teorías representan lo que está antes o detrás de los fenómenos.

TEORÍA Y “TEORÍA”

En ciencia una teoría es conocimiento comprobado; no es así en el lenguaje común, en donde llamamos teoría al conocimiento especulativo que no tiene aplicación. Esta ambivalencia de la palabra ha confundido y sigue confundiendo a muchos estudiantes y al público en general, sobre todo cuando se discute la teoría de la evolución, juzgándola como especulativa sin más ni más, aludiendo a que se trata simplemente de una

“teoría”. Nada más lejos de la verdad. La teoría de la evolución en biología está en la misma categoría que la teoría de la tectónica de placas en las ciencias de la Tierra. Darwin descubrió lo que está detrás del asombroso acople que existe entre especies biológicas y hábitat. ¿Qué está detrás?: variabilidad y selección natural. Los pioneros de la tectónica de placas, por su parte, descubrieron lo que está detrás de sismos y volcanes, así como de la formación misma de los continentes y de las cuencas oceánicas. ¿Qué está detrás?: las placas y sus interacciones.

DISCERNIMIENTO LIMITADO

A los humanos no se nos da descubrir o inventar teorías verdaderas a la primera. Esto es, no se nos da espontáneamente ver lo que está detrás de lo que vemos. Eso sí, somos muy buenos para hacer o imaginar “teorías” a la menor provocación. Esta habilidad que tenemos explica la cantidad y variedad de explicaciones que las diferentes culturas han producido sobre lo que hay detrás de los fenómenos. Todavía conservamos esta habilidad. Pregunten a las primeras tres personas que encuentren si piensan que hubo algo detrás de las últimas elecciones presidenciales, y que den su versión al respecto. Primero, las tres versiones serán diferentes y, segundo, estarán basadas en suposiciones y apreciaciones personales difíciles de comprobar. La verdad existe, pero no es fácil conocerla. En la ciencia nos pasa lo mismo. Nos cuesta mucho trabajo ver más allá de lo cotidiano, ya sea hacia atrás en el tiempo como en la geología, hacia lo muy pequeño como en la física y la química o hacia lo más grande como en la astronomía. ¿Quién podría haber visto, por ejemplo, que detrás del agua, un líquido, están dos gases?

Tampoco se nos da espontáneamente descubrir que existe regularidad detrás de la irregularidad. Por ejemplo, que detrás de la formación de una nube, los diferentes entes que intervienen se comportan de acuerdo a reglas matemáticas precisas. ¿Podríamos, observando la formación de una nube, descubrir las leyes de la termodinámica, las de los gases, la de la gravedad, las tres de Newton y las de la electricidad? No, no podríamos. No tenemos esa capacidad de discernimiento. Ahora sabemos que lo que está en juego es la combinación de todas estas reglas o leyes actuando al mismo tiempo. Por eso le tomó a la

humanidad mucho tiempo para siquiera sospechar que existían reglas detrás de estos fenómenos. Hubo que descubrir que aislando diferentes aspectos se podían encontrar reglas particulares, y que combinando las diferentes reglas se podía modelar los fenómenos complejos. Dicho sea con todo respeto, Newton tuvo mucha suerte porque el sistema solar es mucho más simple que cualquier huracán.

CONOCIMIENTO ASINTÓTICO

No obstante que las teorías consisten de conocimientos comprobados, las reglas o leyes que contienen pueden sufrir modificaciones. Más que verdades absolutas, la ciencia es un proceso en el que unas teorías se suceden a otras. Esto ha propiciado que en algunos círculos se considere que la ciencia nunca podrá encontrar la verdad, argumentando que ella misma se contradice cuando cambia una teoría por otra. Así, los conceptos de tiempo, espacio, masa, gravitación, por citar algunos, han ido cambiando según se suceden las teorías, y no hay garantía de que no cambien en el futuro. Entonces, por ejemplo, ¿qué es la gravitación? ¿Lo que era antes, lo que es ahora, o lo que será en el futuro? De cierta manera son convincentes los argumentos de que nunca llegaremos a conocer las cosas como realmente son. Sin embargo, la situación no es tan simple y mucho menos sin esperanza. Lo que pasa es que el éxito sin precedente que tuvieron teorías como las de Newton nos hizo pensar, allá por el siglo XIX, que efectivamente habíamos llegado al final de lo que existe detrás de los fenómenos que observamos. Con el descubrimiento de nuevos hechos o fenómenos que no se contemplaban en las teorías anteriores, hubo que modificar o crear enteramente nuevas teorías para acomodar lo conocido. De la idea de teorías absolutas, pasamos al de teorías imperantes o paradigmas aceptados, que pueden cambiar si se descubren hechos que no estaban considerados. Por lo general, al menos últimamente, las teorías inadecuadas no son enteramente descartadas, sino que siguen siendo válidas y aplicables para las condiciones en que fueron originalmente desarrolladas. A la fecha, este proceso de la ciencia ha sido convergente. Tal vez nunca lleguemos a conocer todo lo que está detrás de lo que vemos. Lo que sí sabemos es que vamos en la dirección correcta y que nos estamos acercando cada vez más.

TEORICULTURA Y AGRICULTURA

Podríamos llamar *teoricultura* al cultivo de esta actividad de hacer teorías. Así como la agricultura propició un incremento sin precedentes en la producción de alimentos, así la teoricultura propició un incremento sin precedentes en la producción de conocimientos. Antes de la agricultura los cazadores-recolectores estaban limitados por lo que se producía naturalmente. De modo similar, antes de la teoricultura, la producción de conocimientos estaba limitada por lo que se acumulaba naturalmente por la experiencia. La agricultura no sólo dedicó espacios y tiempo a la producción de una especie determinada, sino que además se propuso mejorar las características de las variedades seleccionadas. Por su parte, también podemos decir que la teoricultura no sólo dedicó espacios y tiempo a la producción de conocimientos, sino que además se propuso mejorar las teorías que iba proponiendo. Como se ve, hay cierto paralelismo entre las dos actividades que merece explorarse un poco más. Como veremos en el siguiente párrafo, la analogía finalmente se rompe, pero es precisamente en el punto de divergencia donde se iluminan mejor las características únicas de la teoricultura.

Un paralelo más estriba en que ambas actividades tuvieron que inventarse, o si se quiere, descubrirse. Ninguna de las dos se da espontáneamente en los humanos. Ambas requieren de observación atenta, de reflexión, de experimentación y de selección de características deseables. Por ejemplo, los cereales (maíz, trigo y arroz) que cultivamos actualmente fueron seleccionados por milenios con el criterio del tamaño de grano. En cada ciclo agrícola se seleccionaban los mejores granos, y eran precisamente esos los que se sembraban en el siguiente ciclo, con el resultado de que continuamente se mejoraba la cosecha. De forma similar, las teorías que tenemos actualmente se lograron a lo largo de muchos siglos de manera similar: proponiendo algo primero, discutiendo y observando después, reflexionando y observando de nuevo, buscando siempre mejorar la explicación, y por ende perfeccionar el conocimiento de lo que está detrás de los fenómenos. Ahora bien, como se sabe, la agricultura fue descubierta independientemente por diferentes pueblos, en diferentes continentes y en

diferentes tiempos. No así la teoricultura, la cual es mucho más reciente y al parecer su nacimiento fue más exclusivo. Nació una sola vez y en un solo lugar. Aquí termina el paralelismo entre ambas actividades y se ilumina la teoricultura como un descubrimiento único en la historia de la humanidad.

TEORICULTURA DE UNO MISMO

¿Porqué la teoricultura, a diferencia de la agricultura, no fue descubierta independientemente por diferentes pueblos, en diferentes continentes y en diferentes tiempos? ¿En donde está la dificultad? La dificultad no puede estar en la capacidad inquisitiva de las diferentes culturas para preguntarse el origen de los fenómenos. Invariablemente todas se lo preguntaban. Tampoco la dificultad puede estar en la capacidad imaginativa para responderse las preguntas, pues como se sabe, invariablemente tenían explicaciones para todo. La capacidad y todo lo necesario para realizar la actividad ya estaba en funcionamiento. De hecho, podría decirse que todas las culturas de mundo han practicado desde siempre la teoricultura, pero que lo hacían con las *plantas* equivocadas. Las plantas eran mitos y leyendas antropomórficas que le daban identidad a las culturas mismas, por lo que una vez instaladas en el ego colectivo, era muy difícil o imposible escapar de sus efectos. Y ahí está la dificultad. Así como uno se apega a su ego, a sus razones y demás, así los pueblos se apegan a lo suyo. El problema no es tanto el apego en sí, sino el apego a qué. Y en este caso se trata nada menos que del apego a la "teoría" que hizo uno mismo de sí mismo. El sincretismo religioso es un ejemplo de las sutilezas a las que se puede llegar para mantenerse sin cambiar.

TEORICULTURA POR REDUCCIÓN AL ABSURDO

Las religiones y gobiernos centralizados y jerarquizados, antaño fundidos en una sola institución, nunca han sido muy tolerantes de las ideas extrañas. Para plantear alternativas a lo establecido es preciso que exista cierto grado de libertad política, económica y religiosa, por lo menos en buena parte de la población. También es necesario que las autoridades políticas y religiosas no se sientan amenazadas por la propagación de ideas

extrañas. Estas condiciones se dieron en la antigua Grecia varios siglos antes de nuestra era. A los filósofos que iniciaron el cambio se les conoce actualmente como los jónicos y también como los presocráticos. Conocían no sólo su cultura sino también la de muchos otros pueblos en el Mar Mediterráneo. Se dieron cuenta que las diferentes mitologías de los pueblos que visitaban en sus correrías no podían ser ciertas al mismo tiempo, pues tenían muy poco en común. Había mucha similitud, sí, pero entre las condiciones locales de existencia de los diferentes grupos humanos y sus mitologías. Y ahí estaba la clave para quien pudiese descifrarla, y ellos la descifraron. La conclusión no podía ser otra que todas eran inventadas y que obedecían a las condiciones locales de existencia de los diferentes pueblos. Tuvieron la suficiente humildad y grandeza de espíritu para aceptar que aún su propia mitología fue inventada en tiempos inmemoriales. Y eso era mucho aceptar, pues en esa época el pueblo griego dominaba ampliamente el Mediterráneo.

Darse cuenta de que algo es falso es una cosa, y otra muy diferente proponer una alternativa. Las deidades estaban descartadas por reducción al absurdo, pero quedaba la parte más difícil, la parte creativa. ¿Qué proponer en su lugar? El primer grupo o escuela en proponer algo fue la de Tales de Mileto. Por primera vez en la historia de la humanidad, estos griegos, libres de dogmas intelectuales y religiosos, rechazaron las explicaciones en términos de mitos y dioses caprichosos, y propusieron las suyas propias, basadas en observaciones y reflexiones, en términos de causas y relaciones entre los fenómenos mismos. Fueron los primeros en “descubrir” la naturaleza, y con ello realizaron una revolución sin precedentes en la historia del pensamiento. Civilizaciones muy avanzadas en otros sentidos en Egipto y China nunca dieron ese paso. Tampoco lo dieron en América las civilizaciones inca, azteca o maya.

¿SON LAS TEORÍAS MEJORES QUE LOS MITOS?

La diferencia histórica que hizo que los mitos fueran reemplazados por las teorías no fue tanto que los primeros fueran falsos y las últimas verdades. Los mitos en realidad eran intelectualmente más

elaborados y más bellos, y las primeras teorías demasiado simples y burdas. Sin embargo, la ventaja de estas últimas es que por su misma naturaleza, podían evolucionar para irse ajustando a la realidad, descartando las que no cumplieran. No así los mitos, que no pueden compararse entre sí o evolucionar para acercarse a los fenómenos.

Una de las características de ese tiempo fue la discusión de prácticamente todos los temas discutibles, y de todas las teorías posibles sobre todos los aspectos de la realidad.

La explosión de una estrella podría servirnos de metáfora a lo que sucedió en la sociedad griega de Tales de Mileto hace alrededor de 2,600 años. Después de millones o miles de millones de años, una estrella originalmente compuesta de sólo hidrógeno y helio, explota y da lugar al nacimiento de todos los elementos químicos que existen en la Tierra. La escuela de Tales y quienes le siguieron fue la explosión que dio nacimiento a todas las teorías que existen actualmente en la Tierra, desde la teoría atómica de la materia hasta el origen del universo, pasando por la teoría de la evolución y el origen de las enfermedades. Algunas eran muy ingenuas desde nuestra perspectiva actual, pero todas abordaban los fenómenos desde el punto de vista de causas o fuerzas naturales, buscando las reglas detrás de los fenómenos. Por primera vez en la historia de la humanidad se separaba el mundo natural del sobrenatural.

LA PRIMERA ATMÓSFERA VIRTUAL

Nuestra atmósfera virtual en computadora está mucho muy lejos de la primera explicación de los presocráticos, de que los remolinos y tifones se debían a que las nubes atrapaban aire, el cual siendo muy fino y ligero, terminaba por escaparse violentamente. Sin embargo, ambas están en la misma dirección. Había escuelas rivales que tenían otras explicaciones, pero siempre manteniéndose en el mundo natural. Lo sobrenatural estaba superado. Sabían que sus formas de interpretar el mundo eran las verdaderas, y veían como a niños a los extranjeros y a sus mismos compatriotas que imaginaban deidades actuando por todos lados. Se sabían imparciales. Los temblores, por ejemplo, ya no eran producto de la furia de Poseidón, sino del escape

violento de aire que se acumulaba en cavernas subterráneas. Ahora sabemos mejor, pero seguimos en la misma línea marcada por ellos.

LAS TEORÍAS SE VUELVEN MITOS

Sería exagerado decir que la sociedad griega de ese tiempo compartía en su totalidad las concepciones de los presocráticos. En realidad se trataba de pequeños grupos y escuelas que coexistían más o menos toleradas por el resto de la sociedad. Esta coexistencia duró varios siglos, con unas teorías refutando a otras y logrando con el tiempo resultados asombrosos. Resulta también asombroso que en la actualidad, después de tanto tiempo, sigan coexistiendo ambas formas de pensar, y que una no haya desplazado por completo a la otra. Es como si la mente se resistiera a que le quiten su platillo favorito, y acepta las teorías sólo como una medicina amarga.

Tal vez el gusto por los mitos sea producto de nuestra evolución. Tal vez la sobrevivencia dependió en un tiempo de la cohesión social que ofrecían los mitos a los primeros grupos humanos. Es posible que en su momento esto fue determinante y que aún sigue entre nosotros, en nuestros genes. Tal vez esto también explique porqué las ciencias no son las materias más populares en las escuelas, y que se empieza a aprender ciencia simplemente memorizando lo que se enseña. También podría explicar que nosotros mismos, pudiendo enseñar teorías terminamos siempre por enseñar mitos, y no es lo mismo. Enseñamos teorías como si fueran mitos o, lo que es lo mismo, enseñamos mitos con piel de teorías.

LOS GANADORES DE LA XI OLIMPIADA

Correspondiendo los tres primeros lugares a alumnos del profesor Manuel Armando Gómez Piñón del COBACH La Mesa, Tijuana.

Primer Lugar: Bladimir García Murrieta

Segundo Lugar: Ásael Antón Antón

Tercer Lugar: Saúl Sotelo Gallardo

García Murrieta se hizo acreedor a un premio de mil 500 pesos en efectivo; Antón Antón ganó mil 250 pesos; y para Sotelo Gallardo fueron mil pesos. A cada uno se le entregó, además, una medalla. Para el maestro asesor de los ganadores, en este caso el maestro Gómez Piñón, fueron tres premios: mil pesos por el primer lugar, 750 y 500 pesos para segundo y tercero, respectivamente.

En otras ocasiones, alumnos del maestro Gómez Piñón se han llevado los primeros lugares; en esta ocasión, algunos de sus estudiantes lo reconocieron como un profesor que siempre los anima a seguir adelante, a confiar en sí mismos y a participar en estas olimpiadas con el único fin de adquirir nuevos conocimientos

EL EXAMEN

XI Olimpiada Estatal de Ciencias de la Tierra

Unión Geofísica Mexicana, A.C.

CICESE

Sábado 26 de noviembre de 2005

Ensenada, Baja California

1. Michael Dobbs, sobreviviente en la isla de Sri Lanka del tsunami del 26 de diciembre de 2004, deseando saber la hora exacta a la que llegó el tsunami a la ciudad de Matara, buscó y finalmente encontró un reloj en una de las casas afectadas, el cual dejó de funcionar a las 9:12 a.m. (9 horas y 12 minutos). Por otro lado, el informe del servicio sismológico informó que el sismo ocurrió a las 6:59 a.m. hora local de Sri Lanka (6 horas y 59 minutos). ¿Cuánto tardó el tsunami en llegar de un lugar al otro, en horas?

a) 2.22 b) 2.12 c) 2.13 d) 2.11

2. La isla de Sumatra es alargada con dimensiones un poco mayores que las de la península de Baja California. Tiene alrededor de 300 km de ancho,

extendiéndose más o menos 800 km tanto al sur como al norte del ecuador. El epicentro del sismo se localizó:

- a) al este de la parte norte de la isla
- b) al este de la parte sur
- c) al oeste de la parte sur
- d) al oeste de la parte norte

3. Estimar a dos cifras significativas la distancia, en un globo terráqueo o en un mapa, entre el sur de la isla de Sri Lanka y el lugar del epicentro del sismo que causó el tsunami.

- a) 160 km
- b) 560 km
- c) 1,060 km
- d) 1,600 km

4. Con los datos anteriores se puede estimar la velocidad del tsunami. La velocidad es, en km/h

- a) 721 km/h
- b) 271 km/h
- c) 127 km/h
- d) 327 km/h

5. Estimar a dos cifras significativas la distancia entre el lugar del epicentro del sismo de Sumatra del 26 de diciembre y la Cd. de Río de Janeiro, Brasil. Hacer la estimación a través del sur de África. De preferencia utilizar un globo terráqueo porque los mapas por lo general distorsionan las distancias para puntos que se alejan del ecuador. Se sugiere considerar que la circunferencia de la Tierra ($C=2\pi R$) es aproximadamente 40,000 km. Si se divide esta cantidad entre 360 grados, se obtiene 111 km/grado. Con una hoja de papel o con un hilo, medir por segmentos (siempre en el mar) la distancia requerida. Una vez que se tenga el recorrido completo, colocar la hoja o el hilo sobre el ecuador, tomando como origen el meridiano cero. Los grados resultantes se multiplican por 111 km/grado y se tiene la distancia en km. ¿Cuál es esta distancia?

- a) 12,000 km
- b) 6,000 km
- c) 22,000 km
- d) 15,000 km

6. Hacer lo mismo para el puerto de Manzanillo, Colima, México. En este caso el camino efectivo más cercano es por el sur de Australia (ver la animación global del tsunami). ¿Cuál es la distancia?

- a) 12,000 km
- b) 21,000 km
- c) 15,000 km
- d) 35,000 km

7. El tsunami (ojo: se dice tsunami, no surimi) del sismo de Sumatra del 26 de diciembre fue un fenómeno global que afectó de una u otra forma a poblaciones costeras alrededor de todo el mundo (ver la animación global). En Brasil, si bien no hubo decesos, el agua llegó a inundar casas de pescadores cerca de las playas. Seguramente los pescadores y sus familias se enteraron a través de los medios de comunicación sobre los efectos devastadores del tsunami en el Océano Índico, sin imaginarse que en algunas horas la ola llegaría hasta Brasil. Con la velocidad estimada en la pregunta 4 calcular el tiempo en horas que le tomó al tsunami llegar a Brasil por el sur de África.

- a) 12 horas
- b) 15 horas
- c) 16 horas
- d) 21 horas

8. En general, la altura de los tsunamis en un punto particular de la costa, depende no sólo de la distancia y de la magnitud del evento, sino también de condiciones locales como la pendiente del fondo marino cerca de la costa. También influye la dirección de la ola, así como la forma particular de entrada y salida del agua en el caso de puertos con entradas estrechas. Manzanillo es uno de esos puertos en donde por las condiciones locales estos fenómenos se tienden a amplificar. De hecho el tsunami causó erosión en el puerto por la entrada y salida de olas anormalmente altas muchas veces al día, particularmente a la hora de marea alta. En algunos informes encontrarán que en Manzanillo el tsunami alcanzó más de 1 m de altura (medida de mínimo a máximo). ¿Cuál fue la altura reportada?

- a) 1.6 m
- b) 2.2m
- c) 2.6 m
- d) 6.2 m

9. Aunque se esperaba un efecto más o menos fuerte en Manzanillo, el reporte de los primeros días que se difundió a nivel internacional estaba equivocado, pues no se trataba de metros sino de pies (el error no lo cometimos los mexicanos, se cometió en la central internacional a donde llegan automáticamente vía satélite datos de todo el mundo). Convirtiendo a pies lo reportado en metros la altura es de:

- a) 2.6 m
- b) 5.2 m
- c) 0.79 m
- d) 6.2 m

10. Con la velocidad del tsunami estimada en la pregunta 4 calcular el tiempo en horas que le tomó al

tsunami llegar a Manzanillo por el camino efectivo más corto (por el sur de Australia).

- a) 29 horas b) 23 horas
c) 19 horas d) 15 horas

11. En el mundo existen muchas estaciones que registran continuamente el nivel del mar. Las variaciones principales se deben al efecto diario de las mareas, las cuales son causadas por la Luna y el Sol. En el registro del nivel del mar en la estación de Arrabal do Cabo, Río de Janeiro, Brasil, se pueden observar estas variaciones para días antes y después del sismo. Se puede observar que el efecto del tsunami se suma o se resta, según sea el caso, a las variaciones de la marea. Estimar la variación debida al tsunami en centímetros.

- a) 15 b) 35 c) 55 d) 95

12. Por lo general es difícil a simple vista separar los efectos en la gráfica de los dos tipos de fenómenos. Por ello es que los especialistas diseñan formas para filtrarlos o separarlos y así estudiar a cada uno por separado. En este caso se trata de una simple resta de los dos efectos. En el registro filtrado se puede apreciar claramente no sólo el efecto de la amplitud sino también el de la duración del efecto del tsunami. Se puede apreciar que no se trata de una sola llegada de la onda, sino que el mar sigue oscilando por muchas horas. Estimar en el registro filtrado el número de horas que le tomó al mar volver a su movimiento normal anterior al tsunami.

- a) 36 b) 17 c) 9 d) 6

13. En el registro filtrado de la estación de Manzanillo realizado por Modesto Ortiz del CICESE, se puede observar con mayor claridad la altura máxima (pico a pico) del tsunami de Sumatra de 2004. Según se reporta en este estudio la altura máxima se alcanzó varias horas después del primer arribo del tsunami. ¿Cuántas horas?

- a) 3 b) 6 c) 8 d) 11

14. ¿Cuál fue la altura máxima que alcanzó el tsunami en San Diego?

- a) 2 cm b) 12 cm c) 22 cm d) 62 cm

15. ¿Cuál fue la altura máxima que alcanzó el tsunami en Cabo San Lucas, Baja California Sur?

- a) 24 cm b) 42 cm c) 12 cm d) 1 cm

16. ¿De que magnitud fue el sismo de Sumatra del 26 de diciembre de 2004?

- a) 7 b) 8 c) 9 d) 10

17. ¿En que país ocurrió el sismo más grande que jamás se haya registrado con instrumentos?

- a) Estados Unidos b) Japón
c) Indonesia d) Chile

18. Un tsunami es un tren o serie de ondas u olas en el mar que se producen por perturbaciones verticales en la columna de agua en el océano. Estas perturbaciones pueden ser producidas por sismos, erupciones volcánicas, deslizamientos de tierra o incluso por meteoritos. En el caso de sismos el efecto no es tanto producido por las vibraciones mismas del temblor, sino por un desplazamiento efectivo del fondo marino, ya sea hacia arriba o hacia abajo. El agua en superficie tiende por gravedad a nivelarse a sí misma, pero no lo puede hacer sin perturbar las áreas adyacentes, y así las adyacentes con las otras adyacentes, etc... y en menos que canta un gallo ya se formó una ola viajera. Si la perturbación es suficientemente rápida y comprende un área considerable la incipiente ola se convierte en un tsunami. La palabra tsunami es de origen japonés y está compuesta de dos vocablos: "tsu" y "nami", los cuales significan, respectivamente:

- a) sube y baja b) puerto y ola
c) ola y alta d) destrucción y ola

19. Las olas que se ven todos los días a lo largo de las costas de California y de la Península de Baja California se producen por el efecto del viento mar adentro en el Océano Pacífico. El ritmo de las olas depende del régimen de vientos y puede variar, pero cada región tiene un ritmo más o menos regular que se considera normal para esa parte del planeta. En el caso de Baja California y California: ¿Cuántas olas llegan normalmente a la playa cada minuto?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 6

20. Una ola de tsunami difiere en muchos sentidos de una común producida por el viento. Una de las diferencias es la frecuencia con que llegan a la playa. La creencia general es que se trata de una sola ola: el tsunami. Sin embargo, en realidad el mar sigue oscilando más o menos regularmente por un tiempo y con cierto ritmo, y en muchas regiones la primera ola no es la más alta. ¿Cuál es la frecuencia típica de un tsunami?

- a) una ola por hora
- b) 10 olas por hora
- c) 20 olas por hora
- d) 30 olas por hora

21. Tsunamis con gran poder destructivo no son muy comunes. Se estima que ocurren sólo alrededor de 6 cada 100 años en todo el planeta. Esto significa que en promedio en la Tierra ocurre un tsunami de gran magnitud cada determinada número de años. ¿Cada cuántos años?

- a) 6
- b) 12
- c) 17
- d) 23

22. Las olas además de caracterizarse por su frecuencia también poseen una longitud de onda característica. ¿Cuál es la típica longitud de onda de las olas comunes que llegan a las costas de Baja California?

- a) 1000 m
- b) 500 m
- c) 400 m
- d) 100 m

23. ¿Cuál es la longitud de onda típica en alta mar de un tsunami?

- a) 700 km
- b) 700 m
- c) 7.2 km
- d) 700 pies

24. Estamos tan acostumbrados a ver que las olas que llegan a la costa lo hagan perpendicularmente a la playa, que por lo general lo damos por un hecho, esto es, por algo que no requiere de ningún análisis ni explicación. Sin embargo, también es un hecho que de alta mar llegan olas en todas las direcciones, por lo que debe haber algo que las haga alinearse para terminar perpendicularmente a la playa. Ese algo es un comportamiento propio de las ondas que las hace cambiar de dirección en determinadas circunstancias. ¿De qué fenómeno se trata?

- a) reflexión
- b) refracción
- c) difracción
- d) normalización

25. Si bien en muchos sentidos los tsunamis y las olas comunes difieren en algunos aspectos, ambos fenómenos necesariamente tienen mucho en común, pues después de todo se trata en los dos casos de ondas en el mar. Una de las cosas que tienen en común es que cuando se acercan a la costa su velocidad cambia con respecto a la que tenían en alta mar. ¿Aumenta o disminuye la velocidad? O tal vez no cambia.

- a) no cambia
- b) aumenta
- c) disminuye
- d) no aplica

26. Para saber cómo varía la velocidad de una ola al acercarse a la costa, se le podría observar desde un acantilado, seguirla en una embarcación u observarla desde un avión. Sin embargo, para el caso que nos ocupa no es necesario nada de esto, aunque no sería mala idea hacerlo alguna vez. Una de las cosas más fascinantes de la ciencia es conectar unos hechos con otros, de tal forma que conociendo uno de ellos se puedan derivar o deducir los demás. De hecho eso es lo que es la ciencia. La ciencia no es simplemente un conjunto de conocimientos aislados que hay que aprender uno por uno. El poder de la ciencia deriva de que esos conocimientos están organizados, y de que uno puede deducir, partiendo de pocos principios o leyes, hechos conocidos y por conocer, sin tener que verlos directamente. O sea que podemos predecir. El caso que nos ocupa es muy simple pero ejemplifica esta conexión. El saber, por haberlo observado, que las olas llegan perpendicularmente a la playa a pesar de que se aproximan a ellas de todas las direcciones, implica una de las tres opciones:

- a) que su velocidad aumenta al acercarse a la playa,
- b) que su velocidad disminuye, o bien
- c) que no hay variación.

27. Para reconocer la conexión imaginen una ola que se aproxima oblicuamente a la playa, y consideren las opciones. En una de ellas la ola gira para alinearse a lo largo de la playa, en otra para dirigirse normal o perpendicularmente a la playa, y en la otra no gira. Obviamente la respuesta correcta es la que corresponde al caso que lleva a que las olas lleguen normalmente a la costa. ¿Cuál de las opciones conduce al hecho real?

- a) aumento de la velocidad
- b) disminución de la velocidad
- c) misma velocidad

28. En cualquier fenómeno existen cantidades que cambian y otras que no cambian. En el caso de las olas del mar ¿Cuál de las siguientes variables o cantidades no cambia en el proceso de pasar de alta mar a la playa?

- a) altura b) frecuencia
d) longitud de onda d) velocidad

29. Al acercarse una ola de alta mar a la playa su longitud de onda:

- a) disminuye b) aumenta
c) no varía d) no aplica

30. Los cambios que sufren las olas al pasar de alta mar a la playa se deben a que:

- a) los vientos en la playa son diferente
b) la profundidad del mar disminuye
c) el efecto de la Luna es mayor en la playa
d) la playa es de arena

31. Para muchos fines prácticos sería muy útil tener una fórmula o receta que nos dijera cómo se combinan las diferentes cantidades o variables que intervienen en la caracterización de una ola. Esta fórmula existe y fue obtenida más de 100 años aplicando las leyes de Newton al movimiento de perturbaciones en el agua. Este tipo de fórmulas no se encuentran experimentalmente o con base en observaciones. Se descubren haciendo análisis matemáticos del comportamiento de una perturbación en el mar. Del análisis resulta que en la superficie del agua se pueden propagar ondas y se despeja la velocidad. La velocidad queda expresada en términos de la gravedad, de la longitud de onda de la ola y de la profundidad del mar. En la fórmula aparece una función trigonométrica parecida a las que se ven en la preparatoria, pero con una "h" al final que significa hiperbólica. De qué función se trata:

- a) \sinh b) \cosh c) \tanh d) csch

32. A pesar de que los científicos tienen fama de que les gustan las cosas complicadas, en realidad siempre buscan simplificarlas, no sólo para explicarlas a los demás, sino principalmente para entenderlas ellos mismos. Como ejemplo tenemos que raramente utilizan la fórmula mencionada anteriormente, prefiriendo utilizar dos formas particulares de la misma que se aplican en situaciones diferentes. La

fórmula general es válida para todas las profundidades y longitudes de onda, pero se reduce a una forma muy simple cuando se considera que el mar es muy profundo. La fórmula resultante es:

$(\text{velocidad}) = (1.6) \times (\text{periodo})$. Con el periodo en segundos la velocidad resulta en m/s. Si el periodo de la ola es de 10 s: ¿Cuál es su velocidad en km/h?

- a) 28 b) 38 c) 48 d) 58

33. La fórmula anterior no nos dice cuál es la longitud de onda de la ola. Para saber la longitud de onda podemos aplicar la fórmula: $(\text{longitud de onda}) = (\text{velocidad}) \times (\text{periodo})$, la cual es válida en general para todas las ondas independientemente de la profundidad del mar (esta fórmula es válida en general pues es una versión de la bien conocida $d=vt$). Utilizar la velocidad calculada en la pregunta anterior y el periodo supuesto de 10 s para calcular la longitud de onda. ¿Cuál es la longitud de onda?

- a) 1.6 m b) 16 m c) 160 m d) 1,600 m

34. Aunque a simple vista parece que una ola transporta agua en la dirección en que se mueve, en realidad el agua no se mueve tanto como parece. El agua se mueve hacia arriba y hacia abajo, y también hacia adelante y hacia atrás, como lo pueden comprobar observando un objeto flotando entre las olas (existe flujo neto de agua hacia la playa sólo cuando las olas empiezan a romper). En las olas el agua vuelve a su mismo lugar después de cada periodo. En su vaivén vertical y horizontal el agua describe una figura geométrica muy familiar en el caso que nos ocupa. Para las olas comunes en alta mar: ¿De qué figura geométrica se trata?

- a) trébol b) corazón
c) círculo d) cuadrado

35. La figura geométrica que describe el agua en la superficie también se reproduce a profundidad, pero su tamaño es cada vez más pequeño según aumenta la profundidad. La profundidad a la que el agua casi no se mueve depende de la longitud de onda de la ola. A mayor longitud de onda mayor es la profundidad a la que se sigue moviendo el agua. Por convención se escoge una profundidad a la que ya no hay movimiento como una fracción de la longitud de onda. ¿Qué fracción?

- a) $\frac{1}{2}$ b) $\frac{1}{3}$ c) $\frac{1}{4}$ d) $\frac{1}{5}$

36. En la pregunta 32 se determinó la longitud de onda de una ola de 10 s de periodo para el caso de un océano muy profundo. A este tipo de olas se les conoce como olas de agua profunda, porque las perturbaciones prácticamente no llegan al fondo del océano. Según el criterio de aguas profundas de la pregunta 35, la ola de la pregunta 32 puede ser considerada en esta categoría dependiendo de la profundidad del mar. Si el mar tiene una profundidad de 100 m: ¿Sería considerada una ola de aguas profundas?

- a) sí b) no c) queda ambigua d) no aplica

37. En los océanos pueden coexistir diversos tipos de olas, sobreponiéndose y pasándose unas a otras según su rapidez. Está la ola de marea con periodo de 12 horas, las de tsunami con periodos típicos de 1 hora, las producidas por los vientos con periodos entre 1 y 30 segundos, y las llamadas ondas capilares que poseen longitudes de onda de pocos centímetros y que tienen periodos menores de 1 segundo. La fórmula descrita anteriormente se aplica a las olas producidas por el viento mientras permanecen en alta mar. Buena parte de estas olas se producen durante tormentas en alta mar, llegando a la playa tiempo después de acuerdo a su velocidad. Las personas que practican surfing están atentas al desarrollo de estas tormentas y esperan la llegada de buenas olas un tiempo después. Si en una tormenta determinada se producen olas de 5 y 15 segundos de periodo: ¿Cuáles llegarán primero a la playa?

- a) llegan al mismo tiempo
b) las de 5 s de periodo
c) las de 15 s de periodo
d) nunca llegan

38. En la fórmula $(\text{velocidad}) = (1.6) \times (\text{periodo})$ que utilizamos en las últimas preguntas en relación con olas de aguas profundas, el factor 1.6 proviene de dividir la aceleración de la gravedad $g = 9.8 \text{ m/ss}$ entre $2\pi = 2 \times (3.1416)$. El hecho de que la velocidad de las olas dependa del valor de la gravedad no es fortuito. De hecho la fuerza de la gravedad es la fuerza que hace que el agua que sube vuelva a bajar, y la que baja vuelva a subir porque es empujada por la que ya subió. En un planeta donde la fuerza de gravedad sea el doble de lo que es en la Tierra, ¿Cuál sería la velocidad en km/h de las olas de aguas profundas de periodo 10 segundos?

- a) 56 b) 76 c) 96 d) 116

39. Así como existe una fórmula muy sencilla para las olas que prácticamente no sienten el fondo porque se atenúan con la profundidad, también existe una fórmula para la velocidad de las olas que prácticamente no se atenúan con la profundidad. Esto es, para ondas cuya longitud de onda es grande comparada con la profundidad del mar. A estas olas se les llama de aguas someras. La fórmula en este caso es $(\text{velocidad}) = \text{raíz cuadrada de } (gh)$, donde g es la aceleración de la gravedad y h es la profundidad del mar. Veamos cual es la velocidad en km/h de una ola que se propague en un océano que tenga una profundidad de 4,000 m. ¿Cuál es su velocidad?

- a) 713 b) 363 c) 181 d) 93

40. La velocidad que se obtiene es del mismo orden que la obtenida en la pregunta 4 para la velocidad del tsunami del 26 de diciembre de 2004. En la pregunta 4 la velocidad se obtiene como un resultado empírico, correcto y verdadero, que puede ser complementado con lo que da la teoría. Podemos plantear como hipótesis que el tsunami es una ola de aguas someras. Si esto es así entonces la teoría debe ser compatible con todo lo que se sepa de los tsunamis. Lo primero que se requeriría para empezar a aceptar la teoría es explicar porqué el resultado empírico es un poco mayor que el teórico. Aceptando la teoría como correcta tendríamos que revisar alguno de los supuestos y cuestionarlos un poco. Por ejemplo, tal vez la profundidad promedio del mar en el área de aplicación no sea de 4,000, como se supuso en los cálculos. El valor de 4,000 m es el promedio de todos los océanos del mundo. Para que la teoría resulte correcta tendríamos que revisar y comprobar que en el área de estudio la profundidad del mar es:

- a) igual a 4,000 m b) menor que 4,000 m
c) mayor que 4,000 m d) no aplica

41. Otra cosa que tendríamos que revisar es si los tsunamis cumplen con el supuesto básico de olas de aguas someras. Esto es, si su longitud de onda es mayor que la profundidad. Para revisar este supuesto podemos utilizar el hecho de que el periodo de los tsunamis es típicamente de 1 hora, como lo pueden comprobar en cualquiera de los registros disponibles. Con la velocidad empírica de la pregunta 4 y con el periodo también empírico, y utilizando la fórmula

universal para ondas (recuerden $d=vt$), la longitud de onda del tsunami es de:

- a) 760 m b) 7,210 m
c) 72 km d) 721 km

42. ¿Es la longitud de onda obtenida empíricamente mayor que la profundidad media del mar?

- a) no b) es igual c) sí d) no aplica

43. Si en lugar de 1 hora de periodo utilizamos media hora, como muestran algunos registros, ¿Cuál sería la longitud de onda?

- a) 380 m b) 3,800 m
c) 38 km d) 360 km

44. ¿Se cumpliría en el caso del periodo de media hora la condición básica de olas de aguas someras?

- a) no b) es igual c) sí d) no aplica

45. Si empujamos el periodo hasta 6 minutos, ¿Se cumpliría la condición básica de ondas de aguas someras?

- a) no b) es igual c) sí d) no aplica

46. Según las comprobaciones anteriores, ¿Serán los tsunamis olas de aguas someras? Nota: El calificativo de aguas someras puede ser confuso en el sentido de que sugiere que las olas existen solamente en aguas someras. Paradójicamente, los tsunamis se originan y se desplazan en aguas bastante profundas. En realidad el término de aguas someras hace alusión a que, como en aguas someras, todo la columna de agua vibra igualmente, y que la ola tiene tanta energía en la superficie como en el fondo del mar. De nuevo: ¿Serán los tsunamis olas de aguas someras?

- a) no se puede saber b) no
c) sí d) no aplica

47. El domingo 22 de mayo de 1960 ocurrió el sismo de mayor magnitud que se haya registrado jamás desde que contamos con aparatos para medir sismos. ¿De que magnitud fue este temblor?

- a) 8.5 b) 9.5 c) 9.9 d) 10.5

48. ¿En qué país ocurrió este sismo?

- a) Australia b) Italia
c) Japón d) Chile

49. El tsunami producido por este sismo causó muertes en varios países del mundo. ¿Cuántas personas murieron en Japón por este tsunami?

- a) 2 b) 20 c) 200 d) 2,000

50. El tsunami causado por este sismo viajó miles de kilómetros hasta llegar a Japón: ¿Cuántos miles de kilómetros?

- a) 5 b) 10 c) 16 d) 35

51. Al tsunami de las preguntas anteriores le tomó muchas horas para llegar del lugar de origen hasta Japón. ¿Cuántas horas le tomó?

- a) 7 b) 14 c) 22 d) 40

52. ¿Cuál fue la velocidad media del tsunami en su recorrido anterior?

- a) 780 km/h b) 727 km/h
c) 870 km/h d) 277 km/h

53. Usando la fórmula de la velocidad de un tsunami en términos de la profundidad, despejar la profundidad y, utilizando la respuesta a la pregunta anterior, calcular la profundidad media del Océano Pacífico. Nota: Qué gran fórmula que les permite estimar la profundidad de un océano sin tener que medirla directamente.

- a) 4,003 m b) 4,031 m
c) 4,061 m d) 4,161 m

54. Volviendo a las olas comunes que forma el viento y que continuamente llegan a la playa, existen fenómenos asociados con ellas que es muy conveniente saber cuando se mete uno al agua. Uno de esos fenómenos se conoce como corrientes de retorno o "rip currents", y se presenta en playas en donde las olas llegan a romper, o sea en prácticamente todas las playas. Antes de romper, las olas sólo transportan energía, no existe flujo neto de agua a lo largo de su recorrido. Sin embargo, cuando rompen se puede observar que efectivamente lanzan agua a la playa. Por lo general el agua no tiene tiempo

de retornar al mar porque se ve empujada por una nueva ola que acaba de romper, y así en la misma forma para varias olas. El resultado es que se acumula agua entre la playa y la zona donde rompen las olas, agua que está de más y que tarde o temprano deberá volver mar adentro. En alguna parte el equilibrio se rompe y se establece una corriente de retorno más o menos perpendicularmente a la playa. Estas corrientes son muy peligrosas para los bañistas. Las estadísticas muestran que un buen porcentaje de los rescates por parte de los servicios de salvavidas en las playas están directamente asociados a estas corrientes. ¿Cuál es el porcentaje?

- a) 20 b) 40 c) 50 d) 80

55. ¿Cuál es el ancho típico de las corrientes de retorno?

- a) 1-3 m b) 5-10 m
c) 15-30 m d) 50-100 m

56. ¿En qué dirección se recomienda nadar si uno se encuentra llevado mar adentro por una corriente de retorno?

- a) hacia la playa b) hacia mar adentro
c) paralela a la playa d) sumergirse

57. En la página del USGS sobre la actividad sísmica reciente en el mundo, localizar un sismo en la misma área que el de Sumatra del 26 de diciembre de 2004 y amplificar sucesivamente hasta llegar al sismo particular. Aparecerá entonces toda la información sobre el sismo elegido, así como ligas para acceder a la actividad sísmica histórica de esa región. Activar la liga sobre la actividad histórica del área y examinar las localizaciones y las profundidades de los sismos ocurridos desde 1990 a la fecha. Notarán que hay sismos someros y profundos, y que estos siguen un patrón tal que a los someros les siguen lateralmente sismos más profundos y así hasta los de más de 150 km de profundidad. Los sismos al parecer se sitúan sobre un plano inclinado. Los científicos interpretan esto como una placa que se está hundiendo en el manto. Los sismos se producen por la fricción entre la placa que se está hundiendo y la que está enfrente, así como por la fricción en el manto. ¿En qué dirección se está hundiendo la placa según el patrón de sismos?

- a) noreste (NE) b) noroeste (NO)
c) suroeste (SO) d) sureste (SE)

58. Además de la dirección de hundimiento se puede estimar más o menos la pendiente del plano inclinado sobre el cual se localizan los sismos. Recuerden que 1 grado en esa área equivale a 111 km. La escala de profundidad no es muy precisa porque los colores incluyen profundidades entre rangos más o menos amplios. Por lo tanto sólo se puede estimar la pendiente a lo más con una cifra significativa. ¿Cuál es la pendiente en grados?

- a) 10 b) 20 c) 40 d) 80

59. En la Tierra existen varias regiones donde dos placas tectónicas convergen como en el caso anterior, hundiéndose una bajo la otra. Para localizar estas regiones acceder a la misma página del USGS sobre actividad sísmica reciente en el mundo, pero en lugar de proceder a revisar los sismos de los últimos 8 días, bajar por el lado izquierdo de la página y acceder a la liga "Past & Historical Earthquakes". Seleccionar después "World-Maps Only" y después "World". Aparecerá un mapa mundial con la distribución espacial de los sismos de 1990 al 2000, con los mismos colores que antes para distinguir las diferentes profundidades. Podrán observar que en el mundo existen muchas regiones con patrones de sismos muy parecidos al que vieron en Sumatra. Estas regiones se conocen como zonas de subducción, y por lo general se encuentran en el mar o cerca de las costas. Se tiene además, en relación con los tsunamis, que a diferencia de los otros dos tipos de fronteras entre placas (que veremos más adelante), es precisamente éste el que produce más tsunamis. ¿Cuál de los océanos del mundo tiene más zonas de subducción según se aprecia en los patrones de sismos?

- a) Índico b) Atlántico
c) Ártico d) Pacífico

60. Volver atrás en la página anterior y seleccionar, en lugar de "World", "South-Atlantic Ocean". Encontrarán que más o menos a 60 grados de latitud (ojo: no longitud) sur existe una zona con el mismo patrón de sismos que el que existe en Sumatra. ¿En qué dirección se está dando la subducción en esta zona?

- a) norte b) sur c) este d) oeste

61. En el Océano Atlántico existe otra zona de subducción (volver al mapa mundial). ¿En donde se encuentra?

- a) Atlántico Norte b) En Islandia
c) En el Caribe d) Entre Brasil y África

62. En México también existe el fenómeno de subducción. Seleccionar la opción de América Central y del Caribe para ver en detalle la distribución de sismos y sus profundidades. ¿En cuál de los siguientes estados de la república existe el fenómeno de subducción?

- a) Baja California b) Yucatán
c) Tamaulipas d) Chiapas

63. ¿En qué dirección, según el patrón de sismos, se esta dando la subducción?

- a) NO b) SO c) SE d) NE

64. En primera instancia podría pensarse que en los procesos de subducción la Tierra se devora a sí misma, pues una placa que antes formaba parte de su superficie termina por ser consumida y pasa a formar parte del manto de la Tierra. Y de hecho así es, pero ésta no es toda la historia. Se ha observado que sobre las zonas de subducción existen muchos volcanes activos, y todavía muchos más que ya no son activos, pero que en una época remota lo fueron. De hecho, los que ya no son activos muchos ni siquiera tienen la forma de volcán, porque con el tiempo se erosionaron y el material erosionado llenó los espacios entre unos y otros. Montañas como los Andes en América del Sur así fue como se formaron. Los científicos han encontrado que los volcanes son parte de la placa que se está hundiendo. Se sabe que la temperatura en la Tierra aumenta con la profundidad, por lo que a determinada profundidad se debe alcanzar la temperatura a la que se funde la roca de la placa. La roca fundida asciende poco a poca hacia la superficie, y termina por formar volcanes que, como el Popocatepetl y el Volcán de Colima, continuamente alarman a la población. ¿A qué profundidad estiman los científicos que se funden las placas?

- a) 10 km b) 30 km c) 60 km d) 100 km

65. Como resultado de los procesos de subducción los continentes se hacen cada vez más grandes. Las placas que se hunden son siempre placas oceánicas, las cuales son más densas que las rocas de los continentes. Al fundirse a profundidad las rocas de la placa, los minerales menos densos son los que ascienden a la superficie, estableciéndose así una diferenciación natural y estable: lo más denso abajo y lo menos denso arriba. El crecimiento de los continentes es tan lento que no es apreciable. En algunos lugares una placa oceánica se hunde bajo otra placa oceánica, dando como resultado que los volcanes aparezcan como islas. Un ejemplo de esto es la isla: (deducir la respuesta con base en el patrón típico de la distribución de sismos en una zona de subducción)

- a) Islandia en el Atlántico Norte
b) Hawai en el Pacífico
c) San Vicente en el Caribe
d) Isla Mujeres en el Caribe

66. Las placas tectónicas de la Tierra se mueven constantemente unas con respecto a otras, impulsadas por procesos térmicos en el interior del planeta. Al moverse, naturalmente chocan unas con otras. Uno de los resultados de estos choques es la aparición de zonas de subducción, en donde una placa termina por hundirse bajo otra, estableciendo de paso un patrón de sismos que anuncia y denuncia su misma existencia y que permite que nosotros nos demos cuenta de lo que está pasando. Además de choques frontales en los que una de las placas termina por ceder y hundirse bajo la otra, existe la posibilidad de que las placas simplemente se deslicen lateralmente una al lado de la otra. La fricción entre las placas de todas formas genera sismos, como lo comprueba la existencia de sismos en California y Baja California, en donde existe una frontera de este tipo. En esta zona los sismos ocurren en el rango de profundidades de:

- a) 0 a 35 km b) 35 a 70 km
c) 70 a 150 km d) 150 a 300 km

67. Si entre las placas tectónicas sólo existieran fronteras convergentes como las zonas de subducción, o de desplazamiento lateral como en California y Baja California, en el interior de la Tierra se estaría acumulando cada vez más materia y tarde o temprano nuestro planeta terminaría por explotar.

Afortunadamente las cosas no son así. Se ha descubierto que también existen fronteras divergentes, en donde las placas se separan y nuevo material de manto se incorpora a las placas, haciéndolas más grandes, de tal manera que existe un equilibrio entre lo que el manto de la Tierra devora en las zonas de subducción, y lo que el manto devuelve en otras partes haciendo crecer las placas. Se trata de un fenómeno global que, hasta donde sabemos, esta más o menos en equilibrio, de tal manera que la Tierra como planeta ni aumenta ni disminuye de tamaño. La zona más impresionante donde se expulsa material del manto se sitúa en la mitad del Atlántico, prácticamente de polo a polo. Este fenómeno es responsable de que América se haya separado de Europa y África hace millones de años, y de que se siga separando actualmente. El mismo fenómeno es responsable de la apertura del Mar de Cortés. En esta zona los sismos ocurren en el rango de profundidades de:

- a) 0 a 35 km
- b) 35 a 70 km
- c) 70 a 150 km
- d) 150 a 300 km

68. Los tsunamis son muy rápidos, pero todavía más rápidas son las ondas sísmicas que viajan por la parte sólida de la Tierra. Las llamadas ondas P son las que llegan primero, y pueden servir de aviso de que posiblemente se acerque un tsunami. El tsunami del 26 de diciembre de 2004 llegó en poco más de dos horas a la isla de Sri Lanka. ¿Cuánto tardaron las primeras ondas P generadas por el terremoto en llegar a Sri Lanka? Para responder a esta pregunta, seleccionar un terremoto reciente en el área de Sumatra y proceder hasta las características del sismo, seleccionando en las opciones el tiempo de viaje teórico de las ondas P. En caso de que en estos días no haya ocurrido un sismo en esa región, pueden buscar en la misma página el temblor original del 26 de diciembre de 2004. La primera onda P tardó:

- a) 1 minuto
- b) 4 minutos
- c) 8 minutos
- d) 16 minutos

69. Conociendo la distancia entre el epicentro del sismo y la isla de Sri Lanka, así como el tiempo que tardan en llegar las ondas P, podemos calcular la velocidad de estas ondas. ¿Cuál es esta velocidad?

- a) 2.2 km/s
- b) 3.3 km/s
- c) 6.6 km/s
- d) 9.9 km/s

70. Las ondas que llegaron primero a Sri Lanka viajaron por la parte más superficial de la parte sólida de la Tierra. Esto es, por el camino más corto entre el epicentro y la isla. Por lo tanto, la velocidad a la que se refiere la pregunta anterior corresponde a las rocas que se encuentran inmediatamente bajo el mar. Para conocer la velocidad a la que viajan las ondas a profundidades mayores es necesario escoger puntos más distantes. Como vivimos sobre una esfera, la distancia más corta entre puntos cada vez más distantes penetra cada vez más en la Tierra. Calculando velocidades de esta manera, los científicos descubrieron hace muchas décadas que la Tierra no es homogénea y que tiene un núcleo externo líquido y otro interno sólido. Los cálculos para llegar a estas conclusiones son más o menos elaborados, pero hay un caso particular que es muy sencillo. Si consideramos que el camino más corto entre un epicentro y su posición antípoda es una recta que pasa por el centro de la Tierra, podemos calcular la velocidad media de las ondas P en su viaje por el centro del planeta. Para esto necesitamos primero saber el tiempo que tardan las ondas en cruzar la Tierra. Utilizando el mismo diagrama que en el caso anterior, estimar este tiempo. El tiempo es:

- a) 10 minutos
- b) 20 minutos
- c) 30 minutos
- d) 40 minutos

71. Si ahora utilizamos como distancia el diámetro de la Tierra, la velocidad promedio a través de toda la Tierra es, como era de esperarse, mayor que en la superficie. La velocidad promedio es:

- a) 10.6 km/s
- b) 15.6 km/s
- c) 18.6 km/s
- d) 20.6 km/s

72. Así como existen patrones en la distribución geográfica de sismos en la Tierra, también existen patrones en cuanto a su distribución en el tiempo. Entre más pequeños ocurren más, y sismos de gran magnitud ocurren menos frecuentemente. Según las estadísticas: ¿Cuántos sismos de magnitud igual o mayor de 8 ocurren anualmente en la Tierra?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

73. ¿Cuántos sismos ocurren de magnitud 7 a 7.9 anualmente?

- a) 4
- b) 8
- c) 17
- d) 34

74. ¿Cuántos sismos ocurren de magnitud 6 a 6.9 anualmente?

- a) 18 b) 56 c) 93 d) 134

75. Identificar un sismo en la parte norte de la Península de Baja California o en el sur de California, acceder a la información histórica del área y contar los sismos de magnitud mayor de 7 que han ocurrido en Baja California en el área de Mexicali. ¿Cuántos son?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

76. A principios de octubre de 2005 ocurrió un sismo en Pakistán que afectó también a la India y a Afganistán, causando casi 100,000 muertes. En esta parte del mundo dos placas tectónicas están en colisión permanente desde hace millones de años. Se trata en este caso de dos continentes. En un principio se trataba de subducción normal de corteza oceánica de mayor densidad bajo corteza continental. Sin embargo, en la misma placa estaba montada la India la cual terminó por chocar con el otro continente (ver animación de los últimos 750 millones de años en "Plate Tectonics"). El proceso normal de subducción se detuvo porque ambas masas continentales son más o menos de igual densidad. Ahora, en lugar de movimiento vertical hacia abajo existe movimiento vertical hacia arriba: por eso existen aquí las montañas más altas del mundo, y dicho sea de paso, siguen aumentando de altura. ¿De qué magnitud fue el sismo?

- a) 7.6 b) 8.6 c) 9.6 d) 10.6

77. Vivimos rodeados de aire. De hecho, vivimos en el fondo de un gran mar de aire que alcanza varios kilómetros de altura, y al igual que sucede en el océano, la mayor presión está en el fondo. El fondo por lo general se considera que es el nivel del mar, y ese mismo nivel se toma como referencia para expresar alturas y profundidades en la Tierra. La presión atmosférica al nivel del mar es de 1013.25 mb (milibares). Además del valor mismo de la presión, el nivel del mar también se caracteriza por el cambio de presión que se experimenta al aumentar la altura. La disminución de presión por metro es:

- a) 0.01 mb/m b) 0.1 mb/m
c) 1 mb/m d) 10 mb/m

78. Hay lugares en la Tierra que están bajo el nivel del mar. El más espectacular es el Mar Muerto, el cual se encuentra a 400 m (400!!!) bajo el nivel del mar. En este caso la presión aumenta al descender hasta sus aguas. ¿Cuánto aumenta la presión?:

- a) 0.4 mb b) 4 mb
c) 40 mb d) 400 mb

79. Un huracán podría compararse con una gigantesca aspiradora succionando aire húmedo del mar y elevándolo a grandes alturas en la atmósfera. La función de la aspiradora sería bajar la presión atmosférica para que el aire de los alrededores, el cual está a presión normal, sea empujado continuamente hacia el tubo. En un huracán la baja presión la causa el aire caliente. A menor presión mayor es la categoría del huracán. Además de la velocidad de los vientos, la presión es otro de los parámetros que generalmente se reportan en los noticieros. Antes de la temporada 2005 de huracanes el record en el Océano Atlántico era de 888 mb. Esta presión se midió en un huracán en 1988. ¿De qué huracán se trata?

- a) Gilberto b) Camila
c) Hugo d) Mitch

80. El record en el Océano Atlántico de 888 mb se rompió en 2005 con la medición de 882 mb en uno de los huracanes de la presente temporada. ¿Cuál huracán?

- a) Katrina b) Rita
c) Stan d) Wilma

81. El record mundial de la presión más baja que se haya medido al nivel del mar corresponde a un tifón (así les dicen a los huracanes en Asia) de la temporada 1979 en el Océano Pacífico Occidental. La medición se realizó alrededor de 1,600 km al este de las islas Filipinas. ¿Cómo se llamaba el Tifón?

- a) Zao b) Tip c) Wo d) Hao

82. Sabiendo la dirección en que se acerca un huracán, y el lugar donde uno mismo se encuentra, es posible saber la dirección en que empezarán a soplar los vientos. Esto podría ser muy importante en un momento dado para poner particular atención a tal o cual lado de la casa, o bien para mover el auto al otro lado del árbol, para que no le caiga arriba. El huracán

Wilma se acercó a Cancún desde el sur. ¿En qué dirección se dieron los vientos en Cancún a medida que se acercaba el huracán?

- a) hacia el sur b) hacia el este
c) hacia el oeste d) hacia el norte

83. Uno de los primeros huracanes que causó daños en México en la temporada 2005 fue Emily. Este huracán que llegó a categoría 4 entró en julio pasado por San Fernando, Tamaulipas, perpendicularmente a la costa. ¿En qué dirección se dieron los vientos en Linares, N.L. a medida que se acercaba el huracán a esta ciudad?

- a) hacia el sur b) hacia el este
c) hacia el oeste d) hacia el norte

84. El huracán Stan causó severos daños en el sur de nuestro país, particularmente en Chiapas, y también en Guatemala. ¿Qué categoría alcanzó Stan?

- a) 1 b) 2 c) 3 d) 4

85. Los nombres de los huracanes de cada temporada se conocen de antemano. La lista se hace alternando nombres propios de mujer y de hombre que son comunes en la región. En el caso del Océano Atlántico se utilizan nombres en español, inglés y francés. Los nombres se repiten cada seis años, pero si en una temporada se presentan uno o más huracanes que hayan hecho mucho daño, esos nombres se retiran y se reemplazan por otros con la misma inicial.

Seguramente no volverá a haber huracanes llamados Katrina o Wilma, y posiblemente tampoco Stan o Rita. Para que una perturbación atmosférica sea bautizada con un nombre propio debe cumplir con varios requisitos. Uno de ellos es que la perturbación esté más o menos organizada en la forma de ciclón (ciclo, rueda, giro), de allí el nombre genérico de ciclones tropicales que se les da a las depresiones tropicales, tormentas tropicales y huracanes. A las depresiones tropicales no se les da nombre. Solamente si se convierten en tormentas tropicales se les asigna uno de los nombres de la lista. Si después se convierte en huracán porque los vientos aumentan de velocidad se conserva el mismo nombre. La velocidad de los vientos de una tormenta tropical está en los límites:

- a) 25-61 km/h b) 62-117 km/h
c) 118-140 km/h d) 141-150 km/h

86. La marejada (“storm surge”) que produce un huracán es más que un simple incremento en la altura de las olas. En realidad es un incremento efectivo del nivel del mar en la zona afectada que puede alcanzar hasta 4 metros para un huracán de tan sólo categoría 3. Los diques que protegían a la ciudad de Nueva Orleans de inundaciones estaban diseñados para categoría 3, mientras que el Katrina llegó a categoría 5 mientras se acercaba a tierra, disminuyendo a 4 al pasar por un lado de la ciudad. Si bien es obvio que una marejada está asociada a la cercanía de un huracán, los mecanismos de cómo es que el huracán produce la marejada no son tan obvios. Para descubrirlos podemos utilizar el método científico, lo cual no es otra cosa que aplicar el sentido común con cierto rigor. Si ya sabemos que en la zona del huracán hay un sistema de baja presión que hace que ascienda el aire, podemos proponer que el mecanismo es el mismo para el agua. Sin embargo, no basta con proponerlo y que el mecanismo sea plausible, como de hecho lo es. Hay que ponerle además un poco de rigor, estimando la altura que se esperaría con este mecanismo. Es muy fácil calcular, suponiendo equilibrio hidrostático, la diferencia de alturas cuando se conoce la diferencia de presiones, como se hace en los cursos de física con un tubo de Bernoulli. Suponer que la diferencia de presiones es del 10 % de la presión normal (categoría 5). (Ojo: la presión normal en el sistema mks es de 100,000 Newtons sobre metro cuadrado, $g=9.8$ metros sobre segundo al cuadrado, y la densidad del agua es de 1,000 kilogramos por metro cúbico). La diferencia de alturas es de:

- a) 0.05 m b) 0.1 m c) 0.5 m d) 1.0 m

87. Como pudieron comprobar con los cálculos anteriores, el efecto de la diferencia de presión existe, pero no explica en su totalidad la altura que generalmente se observa en las marejadas, por lo que hay que buscar otra causa entre los fenómenos que componen al huracán. Podríamos proponer, por ejemplo, a la lluvia misma que al acumularse hiciera que el mar aumentase de nivel en el área del huracán. En caso de proponer este mecanismo habría que explicar, además, porqué el agua no se nivela como normalmente lo hace. De cualquier forma: ¿Se tiene noticia de que la lluvia en alguna parte del mundo haya alcanzado varios metros de altura en unas horas? (los ríos no cuentan):

- a) sí b) no c) no se aplica d) no se aplica

88. Otra hipótesis es que los vientos al soplar en una misma dirección continuamente por varias horas, puedan acumular y acarrear suficiente agua para producir las marejadas que observamos. Según esta hipótesis, la más aceptada, las marejadas que se producen alrededor del huracán no son simétricas. Si el huracán como tal no se mueve de lugar, los vientos tangenciales tienen más o menos la misma velocidad a su alrededor, por lo que serán simétricas. Sin embargo, si el huracán se mueve en determinada dirección, los vientos en esa misma dirección aumentan de velocidad. El huracán Emily, ya de categoría 3, entró perpendicularmente a tierra a la altura de San Fernando, Tamaulipas. Según la hipótesis de los vientos, la marejada debió ser mayor, y de hecho lo fue:

- a) al este de San Fernando
- b) al oeste de San Fernando
- c) al norte de San Fernando
- d) al sur de San Fernando

89. En el Océano Pacífico también ocurren huracanes. ¿En 2004, cual fue el único huracán que afectó a la Península de Baja California? Revisar las trayectorias de todos los huracanes del 2004.

- a) Otis b) Paulina c) Julia d) Javier

90. La zona costera del norte de Baja California y parte de California experimentan un clima con pocas lluvias y más o menos caluroso en verano, e inviernos moderados y con lluvias, creando el clima perfecto para el cultivo de la vid y de aceitunas. A este tipo de clima se le conoce con el nombre de mediterráneo, en alusión al Mar Mediterráneo en cuyos alrededores se concentra gran parte de los territorios que existen en la Tierra con este tipo de clima. En realidad existen muy pocos lugares del planeta con este tipo de clima. ¿Qué porcentaje de la superficie de la Tierra (excluyendo los océanos) tiene clima mediterráneo?

- a) 0.5 % b) 1 % c) 2 % d) 4 %

91. Existen varias regiones en el mundo con clima mediterráneo (en Europa, Australia, América del Norte, América del Sur, África, e incluso Asia). Se trata de áreas muy pequeñas en los diferentes continentes. A primera vista parecería que están distribuidas sin ninguna relación. Sin embargo, en realidad sí existe un patrón que las incluye a todas. ¿Cuál es este patrón?

- a) todas están en el hemisferio norte
- b) todas están en el hemisferio sur
- c) todas están al occidente de los continentes
- d) todas están al oriente de los continentes

92. Uno de los fenómenos naturales que mejor se puede predecir cuantitativamente es la marea que produce la Luna y el Sol en nuestros océanos. Los cálculos para hacer las predicciones se basan en la aplicación de la ley de Newton de gravitación según van cambiando las posiciones de la Luna y el Sol. Las graficas de mareas generalmente se presentan por mes, como los calendarios, y son muy útiles para los pescadores y para cualquier persona que de alguna manera depende del mar en su vida diaria. Las mareas varían tanto en el tiempo como en el espacio, por lo que los cálculos deben hacerse para cada mes particular y para cada lugar específico. En la página del CICESE se puede entrar directamente a la página de mareas accediendo a “predicción de mareas” en la parte derecha, inmediatamente abajo de “sismicidad reciente”. Se pueden consultar calendarios de mareas para muchos puertos de México. En términos generales la marea presenta más o menos dos máximos y dos mínimos diarios, los cuales como pueden observar se presentan a diferentes horas según pasan los días. Por ejemplo, para San Felipe se predice que para el día del examen (sábado 26 de noviembre de 2005) habrá un máximo en la mañana. ¿A qué hora se presenta el máximo?

- a) 7:00 AM b) 8:00 AM
- c) 9:00 AM d) 10:00 AM

93. Para el mismo día, sábado 26 de noviembre de 2005, en Ensenada se predice un máximo también en la mañana. ¿A qué hora se presenta el máximo?

- a) 2:32 AM b) 3:32 AM
- c) 4:32 AM d) 5:32 AM

94. Para el mismo día, sábado 26 de noviembre de 2005, en Acapulco se predice un máximo en la mañana. ¿A qué hora se presenta el máximo?

- a) 8:37 AM b) 9:37 AM
- c) 10:37 AM d) 11:37 AM

95. Analizar la forma en que se comportan las mareas en relación con las fases de la Luna para el caso de San Felipe para el mes de noviembre de 2005.

Encontrarán que el tamaño o amplitud de la marea está muy relacionada con la iluminación de la Luna. No es que la iluminación importe, sino que la iluminación a su vez depende de la posición relativa de la Luna, la Tierra y el Sol. Las mareas más pequeñas se presentan cuando la Luna está:

- a) entre la Tierra y el Sol
- b) en el lado opuesto del Sol
- c) perpendicular a la línea Tierra-Sol
- d) del otro lado del Sol

96. Cuando hay Luna nueva, o sea cuando no se ve la Luna porque no la vemos iluminada: ¿Cómo es la marea?

- a) muy pequeña
- b) intermedia
- c) igual que cuando es Luna llena
- d) no hay marea

97. En la página del Observatorio de Variables Ambientales de El Sauzal, en el municipio de Ensenada, se presentan gráficas de las variaciones de la humedad relativa para los últimos días. Podrán observar que en las madrugadas la humedad relativa es mayor, y que disminuye durante el día. La humedad relativa generalmente se expresa como porcentaje. ¿Cuál es la diferencia de porcentajes promedio entre madrugada y mediodía?

- a) 5
- b) 10
- c) 12
- d) 20

98. En los registros del mismo observatorio se incluye la velocidad del viento. Podrán notar que las gráficas para los diferentes días tienen un pico después del mediodía. ¿De qué tamaño son los picos expresados en km/h?

- a) 2
- b) 4
- c) 10
- d) 20

99. ¿Y cuál es la dirección de donde vienen los vientos que corresponden a los picos?

- a) norte
- b) sur
- c) este
- d) oeste

101. Hacer lo mismo para el sur de México, América Central, Venezuela y Colombia. ¿Hacia donde sopla el viento?

- a) hacia el norte
- b) hacia el sur
- c) hacia el este
- d) hacia el oeste

En memoria del Dr. Cecilio Javier Rebollar Bustamante

Por Luis Munguía Orozco

CICESE

Ensenada, Baja California, México

El Dr. Cecilio Javier Rebollar Bustamante (o Chilo, como le decíamos sus amigos y compañeros de trabajo) dejó de existir el 9 de septiembre de 2006 en la ciudad de México, como una víctima más del cáncer. El CICESE perdió así a quien fuera un estudiante fundador, primero, y después uno de sus investigadores más productivos. Chilo, sin embargo, deja constancia clara de su prolífica carrera científica a través de los estudiantes de maestría y doctorado que graduó, de sus contribuciones científicas publicadas y de instrumentación sísmológica que dejó instalada para el registro de temblores del interior del Golfo de California, región que fue una de sus principales áreas de trabajo desde su ingreso al CICESE en 1972.

Chilo nació en la ciudad de México el 22 de noviembre de 1946. Tuve la fortuna de conocerlo por muchos años, dado que mientras el CICESE se encontraba en proceso de planeación en Ensenada, Chilo y yo cursábamos la carrera de Física y Matemáticas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional en la ciudad de México. Al término de nuestros estudios, y animados por el Dr. Nicolás Grijalva (director fundador del CICESE, a quien conocimos en el Distrito Federal), decidimos viajar a Ensenada para ingresar al CICESE y realizar estudios de posgrado en Oceanografía Física. Con tal ilusión, llegamos a esta ciudad al anochecer del 31 de agosto de 1972. Recuerdo que al salir de la central de autobuses preguntamos qué tan lejos de ahí estaba el Centro de Investigación Científica de Baja California, nombre dado inicialmente al CICESE. La persona a la que preguntamos no sabía que existiera en Ensenada una institución con tal nombre, pero nos informó que la dirección por la que preguntábamos se encontraba a solo tres calles de ahí. Así que maleta en mano

decidimos caminar para conocer nuestra futura institución de una buena vez, sin imaginarnos la sorpresa que nos aguardaba. Al llegar a la dirección buscada nos percatamos de que el CICESE se componía solamente de cuatro locales de la esquina que forman las calles Gastélum y Novena. Tal sorpresa nos desilusionó de momento, pero ya estábamos acá, nos dimos ánimos y logramos reponernos. A este respecto Chilo manifestó lo siguiente en una entrevista publicada recientemente en Todos@cicese, publicación electrónica del CICESE: “Cuando vi las instalaciones –comparadas con las de la UNAM y el IPN– me arrepentí un poco, pero el CICESE creció y ha funcionado muy bien. El CICESE era una apuesta y ganamos los que llegamos. Antes no había nada, ahora es un centro de prestigio nacional e internacional”.

Así era Chilo. No se amilanaba fácilmente ante adversidades o desencantos. Le buscaba siempre el lado bueno a todo y trabajaba con esmero para lograr el mayor beneficio en cualquier situación. Por otro lado, el CICESE se creó por decreto presidencial en 1973. Sin embargo, en realidad, el centro comenzó sus actividades académicas el 7 de septiembre de 1972. Chilo y yo formábamos parte de un grupo compuesto por unos 12 estudiantes, de los cuales ocho proveníamos de la UNAM y del IPN enrolados por el Dr. Grijalva en la ciudad de México; el resto eran estudiantes de la UABC. Al principio, solo se impartieron cursos intensivos de materias afines a la oceanografía, cursos impartidos principalmente por profesores de instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México o de la Institución de Oceanografía Scripps, de la Universidad de California en San Diego. Uno de los primeros profesores fue el Dr. Cinna Lomnitz, quien nos introdujo a la teoría de la tectónica de placas, de gran

actualidad en aquel tiempo. Adicionalmente, en 1973, se integró al centro Juan Antonio Madrid González, quien había hecho estudios de maestría en Ciencias de la Tierra en Canadá. Casi al mismo tiempo, recibimos visitas frecuentes de Alfonso Reyes Zamora, estudiante de posgrado en Scripps, y del Dr. James N. Brune, profesor de la misma institución. Con el transcurso del tiempo, Alfonso dirigió nuestras tesis de licenciatura y, conjuntamente con el Dr. Brune y Juan Antonio Madrid, nos iniciamos en las actividades de campo para el registro de temblores. Aunque muy pronto se logró la incorporación de otros investigadores al centro, fueron estos profesores los que influyeron para que nuestros estudios de posgrado dieran un giro y los enfocáramos hacia la sismología. De esa manera se daban también los pasos iniciales para la formación del Departamento de Geofísica del CICESE, el cual fue evolucionando hasta convertirse en la actual División de Ciencias de la Tierra.

Como persona, Chilo era agradable, bondadoso y con mucha calidez humana. Quienes lo conocimos lo recordaremos como un hombre amigable, con un excelente sentido del humor y con un gran espíritu de aventura. En cuestión de trabajo era práctico y definía con prontitud lo que deseaba realizar. Una vez precisadas las metas y objetivos trabajaba siempre con tenacidad y disciplina hasta verlos realizados. Por esto, no es de sorprender que, el 4 de mayo de 1977, él haya sido el primer graduado de maestría en ciencias del CICESE, suceso que marca el principio de los 33 años de docencia en nuestra institución. Ya con su grado de maestría, Chilo viajó a Canadá con el propósito de obtener un doctorado de la Universidad de Alberta, lo cual consiguió en 1982.

Al reintegrarse al CICESE, Chilo inició una fructífera carrera en la División de Ciencias de la Tierra, donde logró escalar a la categoría de Investigador Titular D, y por méritos académicos fue distinguido como Investigador Nacional de Nivel II en el Sistema Nacional de Investigadores. Sus investigaciones abordaron aspectos de interés en las áreas de sismotectónica, sismicidad de campos geotérmicos, fuente sísmica y estructura de la corteza, entre otros. Las aportaciones de tales investigaciones contribuyeron al conocimiento actual sobre la estructura de la corteza y la forma en que se

atenúan los movimientos sísmicos en el norte de Baja California, así como del mecanismo de temblores que ocurren en el Golfo de California y en la región sureste de México. Sus proyectos los desarrolló con financiamiento del CICESE, del CONACYT y de la Comisión Federal de Electricidad, de la cual fue asesor científico por varios años. Adicionalmente, entre sus actividades académico administrativas, puede mencionarse que fue jefe del Departamento de Sismología por varios años y miembro de varios cuerpos colegiados de nuestra institución. Por esto, y lo anteriormente expuesto, no hay duda de que de una u otra forma Chilo contribuyó sustancialmente al desarrollo y consolidación de las Ciencias de la Tierra en el CICESE, por lo cual siempre lo recordaremos con profundo respeto y admiración.

A Chilo le sobreviven su esposa Martha Elba y tres hijos Elisa, Rodrigo y August, procreados con Margarita, su primera esposa.

Red de estudiantes de geociencias (RedesGeo)

Irving Rafael Arvizu Gutiérrez¹, Luis Nabor Robles Vázquez², Elisa Fitz Díaz³, Gabriel Chávez Cabello⁴, Oscar Gabriel Dávalos Álvarez⁵, Hugo Beraldi Campesi⁶, Karina Elizabeth Cervantes de la Cruz⁷, María Guadalupe Dávalos Elizondo⁸, Berlaine Ortega Flores⁹

1. Centro de Geociencias, UNAM, irvingrafa@hotmail.com
2. División de Ciencias de la Tierra, CICESE, lunarov@gmail.com
3. University of Minnesota, USA, fitzd008@umn.edu
4. Facultad de Ciencias de la Tierra, UANL, gabchave@hotmail.com
5. Centro de Geociencias, UNAM, odavalos25@hotmail.com
6. Arizona State University, USA, hberaldi@asu.edu
7. Instituto de Geología, UNAM, kacervan@hotmail.com
8. Instituto de Geología, UNAM, veida83@hotmail.com
9. Instituto de Geología, UNAM, berlaine_o@yahoo.com.mx

La Red de Estudiantes de Geociencias (RedesGeo) es una asociación independiente de estudiantes de distintas escuelas de ciencias de la Tierra en México y Latinoamérica, quienes a través de una participación activa tratamos de encontrar soluciones comunes a los problemas que como comunidad estudiantil nos atañen. Nuestra asociación no depende de ninguna institución educativa o asociación en particular; sin embargo, buscamos ser un elemento integrador entre ellas.

ORIGEN

RedesGeo nació en noviembre del 2004, a partir de las inquietudes de un grupo de estudiantes de ciencias de la Tierra por establecer una red de comunicación para las geociencias a nivel nacional. Su objetivo primordial es poner en contacto, orientar y mostrar la gama de oportunidades laborales y académicas que actualmente existen para los estudiantes vinculados con las geociencias, y generar un canal de comunicación que permita el flujo de ideas. Nuestra asociación no tiene fines de lucro y se sustenta gracias al apoyo voluntario de sus miembros, al patrocinio de la Sociedad Geológica Mexicana, el Instituto de Geología de la UNAM, la Unión Geofísica Mexicana, A.C. y al apoyo de destacados profesores de geociencias en México quienes nos han motivado a seguir con este proyecto, como son: Gustavo Tolson, María Fernanda Campa Uranga, Ángel Francisco Nieto Samaniego, Roberto S. Molina Garza y Luis Delgado Argote, así como de Juan Carlos Salinas Prieto, presidente de la SGM (2004-2006), a quienes agradecemos públicamente su compromiso y apoyo moral con RedesGeo.

OBJETIVOS

Desde su creación RedesGeo siempre ha considerado como sus objetivos primordiales:

- a) Fungir como centro informativo para todos los estudiantes de geociencias en México y otros países.
- b) Generar espacios virtuales de reunión y discusión para todos los miembros a través de foros.
- c) Organizar, realizar y promover actividades científicas y culturales (excursiones, reuniones, congresos, etc.) que enriquezcan y complementen nuestra formación como estudiantes.
- d) Concentrar bases de datos sobre el estado y avances de las geociencias en México (escuelas de geociencias, nivel académico, áreas de interés, número de estudiantes, etc.)
- e) Dar a conocer noticias actuales de ciencias de la Tierra y otras disciplinas.

f) Ofrecer recursos a estudiantes de geociencias: referencias bibliográficas, oportunidades para realizar prácticas y tesis, bolsa de trabajo y diversas actividades de carácter académico.

g) Ofrecer orientación sobre las diferentes opciones de estudios de posgrado.

ORGANIZACIÓN

El sitio web

Desde su inicio, RedesGeo ha buscado la participación activa entre estudiantes de geociencias de instituciones nacionales y del extranjero. Para ello, fue necesario crear un espacio en Internet (www.redesgeo.org), a través del cual se ha contactado a diferentes escuelas y organizado distintas actividades como congresos, excursiones, encuestas, presentaciones, etc. El sitio web es el centro logístico más importante en la organización de RedesGeo; a través de él los miembros del *Staff* de RedesGeo discuten y toman las decisiones y se coordinan las acciones correspondientes. El contenido del sitio web es el resultado de la participación de todos los miembros de la organización y comprende esencialmente la siguiente información:

1. Las estadísticas recabadas hasta el momento de todos los miembros de RedesGeo (i. e., nombres, país de origen e institución, frecuencia de visitas a la red, buscadores que la localizan, etc.).

2. Una serie de foros libres de censura que permiten la libre expresión a través de la palabra escrita.

3. Secciones de noticias actualizadas y sus respectivas discusiones acerca de diversas disciplinas científicas.

4. Espacios para promover y divulgar el trabajo individual o en equipo llevado a cabo en investigaciones científicas.

5. Calendario de congresos nacionales e internacionales.

6. Anuncios de oportunidades de trabajo, así como ofertas para participar en proyectos de investigación (tesis, asistentes de proyectos, practicantes, etc.).

7. Intercambio de referencias bibliográficas que, por la distancia o la carencia de recursos bibliográficos impresos o en línea, son difíciles de conseguir en los lugares de estudio.

El sitio web de RedesGeo ha permitido, además, el enlace con organizaciones de geociencias de otros países, como España (www.geofauna.com), lo cual no sólo ha extendido su cobertura hacia el ámbito internacional hispano, sino que además nos habla del dinamismo de la organización y del potencial que la sola comunicación tiene en beneficio de la cultura y la ciencia.

Todo el esfuerzo cibernético (programación, mantenimiento, etc.) es básicamente realizado por una sola persona, el M.C. Luis Nabor Robles Vázquez, de quien hacemos una mención especial por motivarnos con su espíritu de trabajo y el compromiso con la red. A la vez queremos agradecer a todos aquellos usuarios que con notas largas o cortas, reflexivas o informativas, le dan vida y contenido a los foros, sin olvidar por supuesto el destacado trabajo de Juan Carlos Hernández Reyes, Abelaid Loera Flores, María de Jesús Martínez López e Israel Villarreal Barragán.

STAFF Y ESTRUCTURA

El *Staff* de RedesGeo lo componen distintos miembros (ver Tabla 1), quienes se encargan de realizar diversas tareas y, esencialmente, tiene una estructura horizontal por generación es decir, las propuestas de actividades para la red provienen de todos los miembros del *staff*, son discutidas y aceptadas por éste y respaldadas por todos. Entre las distintas generaciones hay una estructura vertical. En otras palabras, la generación relativamente más antigua, de no más de diez miembros, forma una especie de consejo interno donde se discuten las propuestas, se toman las decisiones y se diseña la logística de las actividades; ninguna actividad de esta organización es llevada a cabo si no es aprobada por la mayoría de este consejo. Por otro lado, las generaciones más jóvenes llevan a cabo actividades específicas dentro de la página o en proyectos especiales y, de acuerdo con las actividades que desempeñen, son reclutados y entrenados para ocupar los lugares vacantes del consejo. Hay puestos permanentes importantes en la logística de la página que son cubiertos por georeporteros y geomoderadores voluntarios, como se ilustra en la Tabla 1.

Tabla 1. Estructura orgánica de RedesGeo donde se muestra la organización general y atribuciones asignadas a sus miembros o componentes. El orden de los miembros de la primera generación es estrictamente cronológico, mientras que en la segunda generación es alfabético, puesto que todos ellos se incorporaron al *staff* al mismo tiempo, los georreporteros, geomoderadores y ayudantes de webmaster se han incorporado en orden cronológico.

Estructura orgánica de RedesGeo		
Georreporteros:	Primera Generación: Consejo Interno de RedesGeo	
	Luis Nabor Robles Vázquez CICESE	Ayudantes de webmaster:
María de Jesús Martínez López UANL	Elisa Fitz Díaz U of M	Lizeth Nava Urrego IGLUNAM
	Gabriel Chávez Cabello UANL	
Bernardo García Amador BUAP		Ignacio Muñoz Máximo BUAP
Genaro de la Rosa Rodríguez UAC		
	Irving Rafael Arvizu Gutiérrez CG-UNAM	
	Oscar Dávalos Álvarez CGUNAM	
Geomoderadores:	Karina Cervantes de la Cruz IGLUNAM	
Abelaid Loera Flores UANL	Hugo Beraldi Campesi ASU	
Israel Villarreal Barragán UANL	Juan Carlos Hernández Reyes UANL	
	María Guadalupe Dávalos Elizondo IGLUNAM	
	Berlaine Ortega Flores IGLUNAM	
	Segunda generación	
	Andrés Velázquez Santelíz UANL	
	Carlos Castañeda Posadas IGLUNAM	
	Carlos Alberto Ramos Frausto UAC	
	Gloria Elia Domínguez Martínez ITCM	
	Ignacio Muñoz Máximo BUAP	
	Joel Torices Armenta CG-UNAM	
	Lauro Barragán Ávila UACH	
	Margarita Martínez UAG	
	Ma. de la Luz Hernández Flores UAEH	
	Miguel Imaz Lamadrid UABCS	
	Ximena Novo-Obrador Garrido IPN	

Abreviaturas:

ASU: Arizona State University;
BUAP: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
CG-UNAM: Centro de Geociencias, UNAM;
CICESE: Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada;
IGLUNAM: Instituto de Geología, UNAM;
IPN: Instituto Politécnico Nacional;
ITCM: Instituto Tecnológico de Ciudad Madero;
U of M: University of Minnesota;
UABCS: Universidad Autónoma de Baja California Sur;
UAC: Universidad Autónoma de Coahuila;
UACH: Universidad Autónoma de Chihuahua;
UAEH: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo;
UAG: Universidad Autónoma de Guerrero;
UANL: Universidad Autónoma de Nuevo León;

ESTADÍSTICAS

Actualmente, RedesGeo cuenta con 950 usuarios afiliados, que incluyen estudiantes, académicos y otras personas interesadas en las geociencias, procedentes de varios estados de la república mexicana y de 19 países tanto de Latinoamérica, como del viejo continente. La mayoría de los usuarios proceden de escuelas, institutos y empresas de México. (Ver Tabla 2).

En el último año, RedesGeo ha recibido en promedio 75.7 visitas diarias, lo que da un total de cerca de 27,600 visitas en un año; el 55% de las visitas es de México, el 12% de España, 4% de países como Estados Unidos, Argentina, Perú, Venezuela, Chile, Colombia y el restante 9% de otros países, la mayoría de habla hispana. (Ver Figuras 1 y 2).

Tabla 2. Lista de 12 escuelas, institutos y empresas con más usuarios registrados en RedesGeo.

Escuela / Empresa	No. Usuarios
UANL Facultad de Ciencias de la Tierra	117
UNAM y CGEO	65
Instituto Tecnológico de Cd. Madero	60
IPN y Unidad Ticoman.	33
Unidad Académica Ciencias de la Tierra (UAGRO)	20
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	19
CICESE	18
PEMEX	15
Universidad Autónoma de Chihuahua	14
Servicio Geológico Mexicano	13
UNISON	11
UASLP	10
Otras con menos de 10 afiliados o sin datos.	531

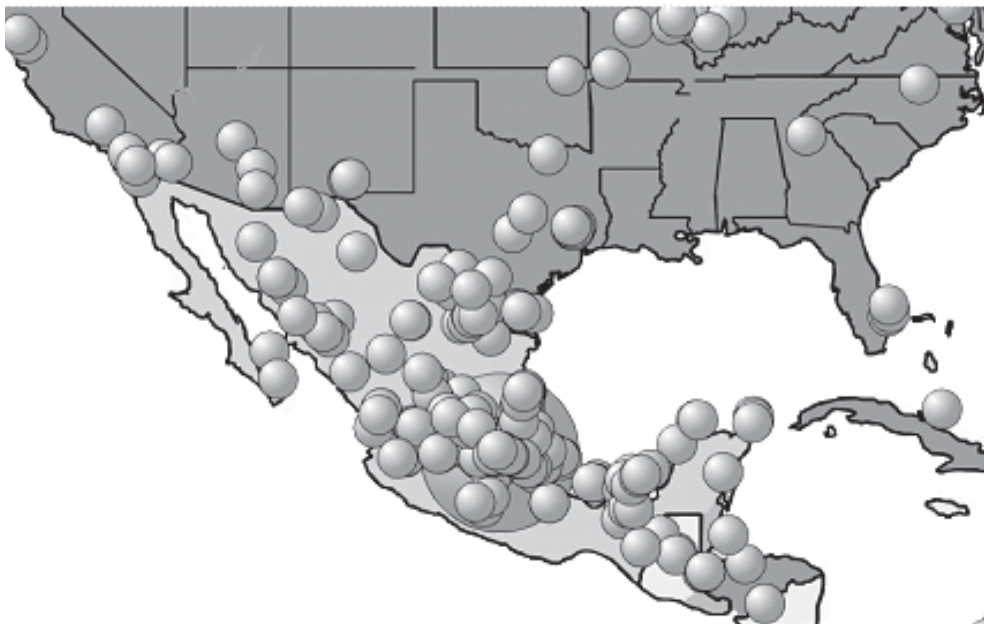


Figura 1. Mapa de la república mexicana que indica el volumen de visitantes que ingresa desde cada estado a RedesGeo. El tamaño del círculo se incrementa conforme al número de visitantes.



Figura 2. Mapa mundial que indica el volumen de visitantes que ingresa a nivel mundial a RedesGeo. El tamaño del círculo se incrementa conforme al número de visitantes.

Cada uno de los registrados en la página de RedesGeo recibe periódicamente un boletín electrónico que informa sobre las actividades que se llevan a cabo en nuestra asociación, las cuales incluyen anuncios sobre excursiones y congresos.

LAS ACTIVIDADES

Algunas de las actividades que RedesGeo ha realizado hasta el momento son:

1) Colaboración en la organización de la *V Excursión del Posgrado en Ciencias de la Tierra*, convocada anualmente por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Dicha excursión fue realizada en el verano del 2005 en el noreste de México. Participaron estudiantes e investigadores de diferentes instituciones del país (Escuela Regional de Ciencias de la Tierra de Taxco, Guerrero, Centro de Geociencias de la UNAM, Posgrado en Ciencias de la Tierra de la UNAM, PEMEX y la Facultad de Ciencias de la Tierra de la UANL).

2) Participación en las reuniones anuales de la Unión Geofísica Mexicana en los años 2005 y 2006. En el 2005, se participó con una ponencia y un cartel para divulgar RedesGEO entre la comunidad científica asistente. En el 2006, se presentó una ponencia dentro de la Asamblea Informativa General de la

UGM, que tuvo el objetivo de informar a la comunidad científica allí reunida sobre la importancia de su participación activa en RedesGeo para impulsar la participación de estudiantes en proyectos de investigación y congresos; se solicitó al editor de la Revista GEOS un espacio de difusión escrita para RedesGeo, así como también se llevó a cabo una reunión con algunos investigadores y estudiantes de diferentes escuelas participantes en el congreso, para conocer más a fondo la problemática de la enseñanza de las ciencias de la Tierra en sus diferentes escuelas. Todo lo anterior dentro de los Capítulos Estudiantiles convocados por la Unión Geofísica Mexicana

3) Organización de la *Primera Reunión Nacional de Estudiantes de Ciencias de la Tierra (IRNECT)* dentro del marco de la *V Reunión Nacional de Ciencias de la Tierra (VRNCT)*, convocada por la Sociedad Geológica de México (SGM) en septiembre del 2006 en la ciudad de Puebla, Puebla. Asistieron aproximadamente 200 estudiantes de 14 instituciones de ciencias de la Tierra diferentes del país.

4) RedesGeo se ha encargado de gestionar becas y viáticos para estudiantes asistentes a congresos, y ha recabado toda la información generada a partir de dichos eventos, para darla a conocer a través de nuestro sitio de Internet y del espacio GEOS.

PERSPECTIVAS A FUTURO

RedesGeo trabaja para ser una asociación civil asentada formalmente, con el objetivo de ser una plataforma de apoyo y de proyección para los estudiantes que se preparan en el campo de las geociencias, pero para ello se requiere de una mayor participación estudiantil, así como de profesores y profesionales del país, y del apoyo moral, económico y logístico de otras organizaciones oficiales ya consolidadas. Para ello, hemos diseñado el siguiente plan de trabajo que creemos nos acercará paulatinamente a nuestro objetivo:

- a) Seguir promoviendo y organizando las reuniones nacionales de estudiantiles de ciencias de la Tierra anuales en el marco de congresos o reuniones entre diferentes instituciones de ciencias de la Tierra.
- b) Realizar simposia estudiantiles nacionales con temas desarrollados por los mismos estudiantes.
- c) Montar una galería virtual de carteles presentados en congresos para que los puedan consultar en línea a través de www.redesgeo.org.
- d) Gestionar apoyos económicos y patrocinios de asociaciones e instituciones afines a las geociencias para poder desarrollar actividades académicas.
- e) Organizar excursiones estudiantiles entre las diferentes instituciones para conocer zonas de interés geológico para los estudiantes.
- f) Establecer una base de datos con toda la información estadística de todas las escuelas del país donde se imparten las geociencias.
- g) Dada la carencia de material bibliográfico en muchas escuelas, uno de nuestros proyectos más ambiciosos es generar una carpeta de apuntes de clases de geología que sean de acceso gratuito para todos los estudiantes, para lo cual nos pondremos en contacto con catedráticos titulares de dichas clases para solicitar su colaboración, que sin duda tendría un impacto importante en el aprendizaje de las ciencias de la Tierra en México.
- h) Mantener en línea las guías de excursiones que se generen a partir de iniciativas de RedesGeo.

CONCLUSIONES

La Red de Estudiantes de Geociencias (RedesGeo) busca, a través de la comunicación, mejorar el aprovechamiento de los recursos educativos en México y acercarnos a la solución de problemas comunes de los estudiantes de ciencias de la Tierra; además de promover el intercambio de ideas en reuniones, excursiones, congresos o bien mediante nuestro sitio web (www.redesgeo.org), que nos ofrece un espacio cómodo, interactivo, versátil y eficiente para este propósito.

Una manera para promover el flujo de ideas es a través de la discusión de temas relacionados con las geociencias, para lo cual se ha diseñado una estructura de foros libres de censura que abordan distintos tópicos en nuestra página. Nuevos foros pueden darse de alta directamente por los usuarios, una vez que se hayan registrado en la página.

Un problema mayor en la enseñanza de las Ciencias de la Tierra en México es la carencia de recursos bibliográficos en la mayoría de las escuelas de provincia del país, por lo cual un objetivo central de RedesGeo es generar una biblioteca virtual, a través de la cual los estudiantes puedan acceder a material bibliográfico de interés, como son: apuntes electrónicos de clases o de tópicos diversos, carteles de congresos, tesis, artículos científicos, etc.

Otra función de RedesGeo es ser un canal de comunicación entre estudiantes y profesores que permita a ambas partes obtener un beneficio común en el desarrollo de proyectos de investigación.

A largo plazo, se pretende que RedesGeo se convierta en una asociación estudiantil oficial reconocida, para lo cual se requiere de la participación constante y continua de los estudiantes de ciencias de la Tierra de México y del extranjero.

“Seamos realistas, soñemos con lo imposible”
(Ernesto Guevara).

DIRECTORIO DE MIEMBROS DE LA UGM 2006

La base de datos de la Unión Geofísica Mexicana, A.C., contiene información general de los miembros así como la información de la antigüedad de sus membresías. En ella, se ha asignado a cada miembro un número de afiliación que permitirá efectuar búsquedas más eficientes acerca de su estatus. La base de datos permite tener, también, un historial por miembro de la asistencia a las reuniones.

Con base en este directorio se efectuarán los envíos de los números de las revistas GEOS y GEOFÍSICA INTERNACIONAL. Por lo anterior, lo invitamos a que verifique si sus datos están correctos y completos y, en caso de que exista algún error u omisión, nos lo haga saber vía correo electrónico (ugm@cicese.mx) o por medio de nuestra página (<http://www.ugm.org.mx>). Junto con el primer número de GEOS de cada año estaremos enviando una credencial de afiliación, la cual le permitirá identificarse para recibir precios especiales en la adquisición de los libros y revistas que la UGM edita, así como obtener precios especiales en la Reunión Anual.

Finalmente, agradeceremos que divulgue la existencia de este directorio entre sus compañeros de institución, con el fin de que aquellas personas que por algún error no hayan recibido las revistas puedan conocer su situación.



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
487	Acedo Espinoza Manuel Humberto	UNAM	dhacedo@correo.unam.mx	Canal de Miramontes, 3040-104, Fraccionamiento Girasoles, Coyoacán	4920	México	Distrito Federal	México										X	
298	Aceves Quesada Fernando	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
477	Aco Palestina Abel	CICESE	abelaco@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México								X			
405	Aguiayo Ríos Alejandra	UNAM	ale@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
16	Aguirre Díaz Gerardo J.	UNAM	giad@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X		X			X	X		
360	Aguirre González Jorge	UNAM	joagg@pumas.iingen.unam.mx	Hueycalco, 20, San Andres Ahuayucan Xochimilco	16810	México	Distrito Federal	México			X	X				X	X		X
457	Aguirre Sáenz Benito	UACH	baguirre@uach.mx	Cd. Universitaria, S/N		Chihuahua	Chihuahua	México							X				
13	Alaniz Alvarez Susana A.	UNAM	alaniz@geociencias.unam.mx	Carret. 57 QRO-SPL, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México	X	X	X	X	X	X					
444	Alarcon Ferreira Ana María	CENAPRED	mariana@cenapred.unam.mx	Av. Delfin Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México							X				
513	Alatorre Mendieta Miguel Ángel	UNAM	maam@mar.icmyl.unam.mx	Cd. Universitaria, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
153	Alatorre Zamora Miguel Ángel	UDG	alatorre@quantum.ucting.udg.mx	Prof. El Mediero, 517-Mod. F-101, Col. San Gilberto	45150	Zapopan	Jalisco	México		X	X							X	
15	Alatriste Vilchis David Rey	UNAM	david_alatriste@yahoo.com	Temaca, 6241, Col. Aragón Inguarán	78200	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X					
288	Alva Valdivia Luis Manuel	UNAM	lalva@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X				
379	Alvarado Cano Rodney Radames	UAZ	elcano@elfoco.com	Hda. El Cuidado, 11, Fracc. Nuevo Bernárdez	98600	Guadalupe	Zacatecas	México					X	X					
403	Álvarez Béjar Román	UNAM	rab@eibniz.iimas.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X	X				
4	Álvarez Borrego Josué	CICESE	josue@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X							
3	Álvarez Borrego Saúl	CICESE	saul@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X	X	X		
296	Álvarez Manilla Alfonso	IMT	amanilla@imt.mx	Circuito Jardín, 356-3, Col. Alamos 3ª Sección	76160	Querétaro	Querétaro	México	X										
152	Álvarez Sánchez Luis Gustavo	CICESE	lalvarez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X			X				X			
154	Amador Buenrostro Alberto	CICESE	aamador@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X	X						
8	Aragón Arreola Manuel de Jesús	CICESE	maragon@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X						
157	Aranda Gómez Jorge Javier	UNAM	jjag@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México		X	X		X						X
512	Arango Galván Claudia	UNAM	claudiar@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
14	Arellano Gómez Víctor Manuel	IIE	vag@axp2.iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México	X		X	X	X			X			
156	Arellano Guadarrama José Francisco	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México		X									
18	Argote Espinoza María Luisa	CICESE	argote@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X			X	X			
17	Armienta Hernández María Aurora	UNAM	victoria@geofisica.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X			X						X
12	Arredondo Fragoso Jesús	CFE	cfeinf@mail.giga.com	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México			X								
372	Arreygue Rocha Eleazar	UMICH	arrocha@zeus.umich.mx	Pino Humboldtzi, 392, Fracc. Los Pinos	58080	Morelia	Michoacan	México				X	X	X	X		X		
384	Arteaga Flores Lorenzo	INEGI		Salto de los Salados, 409, Fracc. Ojo Caliente	20190	Aguascalientes	Aguascalientes	México					X						
10	Arzate Flores Jorge Arturo	UNAM	arzatej@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México			X								
351	Avila Serrano Guillermo E.	UABC	gavila@bahia.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X							
160	Axen Gary	UCLA	gaxen@ess.ucla.edu	P.O. Box 951567, UCLA	90095-1567	Los Angeles	California	USA	X	X	X	X	X	X	X				
390	Backstrom Lars	UNAM	backstrom_lars@hotmail.com	Verdi, 412, Col. León Moderno	37480	León	Guanajuato	México					X						
161	Bandy William L.	UNAM	bandy@geofisica.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	



GEOS, Vol. 25, No. 3, 2006
 Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
22	Barajas Díaz Pablo	ITESO	pablobd@colima.com	Manuel M. Dieguez, 539, Zona Centro	44600	Tlaquepaque	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
23	Barradas Miranda Víctor Luis	UNAM	vbarrada@miranda.ecologia.unam.mx	Apdo. Postal No. 70-275, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X	X						
24	Barragán Reyes Rosa María	IIE	rmb@ie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México	X		X	X	X		X	X				
361	Bautista Belmonte Aarón	IPN	sjimenez@vmredipn.ipn.mx	Meza de Anahuac, 17-A, Col. Volcanes		Oaxaca	Oaxaca	México				X								
317	Bautista Romero José Jesús	CIBNOR	jbautro@cibnor.mx	Lic. Primo Verdad, 206-Depto 7, Zona Centro		La Paz	Baja California Sur	México			X		X							
162	Beier Martín Emilio José	CICESE	ebeier@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X						X				
25	Belmonte Jiménez Salvador	IPN	sbelmont@prodigy.net.mx	Mesa de Anahuac, 207-A, Col. Volcanes	68020	Oaxaca	Oaxaca	México					X	X				X		
462	Benammi Mouloud	UNAM	mouloud	Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México									X			
20	Bermúdez Angulo María Luisa	UNAM	maria@gea.ingen.unam.mx	Calle 128A, 2915-Depto. 403	70472	Santa Fé de Bogota	Bogota	Colombia	X	X										
208	Bermúdez Juárez María Blanca	BUAP	bbj@xanum.uam.mx	Priv. 29 Ote., 1816, Col. Mirador	72540	Puebla	Puebla	México			X									
324	Bernal Franco Gladys	UABC	gbernal@bahia.ens.uabc.mx	Villa de San Miguel, 36, Fracc. San Miguel	22760	Ensenada	Baja California	México		X										
485	Berumen Rodríguez Marco Antonio	TGN	tgnsuelo@telnor.net	Alvaro Obregón, 1-1, Guadalupe Victoria	22370	Tijuana	Baja California	México											X	
29	Birkle Peter	IIE	birkle@ie.org.mx	Apdo. Postal No. 1-475	62001	Cuervavaca	Morelos	México			X		X							
28	Böhnel Norbert Harald	UNAM	harald@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
467	Borboa Gómez Martín	MEX. ATLANTICA	m_borboa@yahoo.com	VID 282, 282, Nueva Santa María	2800	México	Distrito Federal	México								X				
475	Bori Segura Efraín	CRM	ebsegura@coremisgm.gob.mx	Real del Monte, 5-B, Venta Prieta	42080	Pachuca	Hidalgo	México												
426	Bote Cab Gilmer Eduardo	ITLP	eduardobotec@hotmail.com	Márquez de León, 343, Col. Centro	23000	La Paz	Baja California Sur	México						X						
27	Brasseea Ochoa Jesús	CICESE	jbrasseea@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X										
21	Bravo Cabrera José Luis	UNAM	lbravo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X	X		X	X					
19	Brito Castillo Luis	CIBNOR	lbrito@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85454	Guaymas	Sonora	México	X		X	X			X	X				
26	Buendía Carrera Enrique	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X										
275	Bulgakov Sergey N.	UDG	sbulgano@udgserv.cencar.udg.mx	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
232	Burrola Sánchez María Sara	CIBNOR	sburrola@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85465	Guaymas	Sonora	México	X	X										
507	Caballero López Rogelio	UNAM	rogeloc@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México												X
166	Caballero Miranda Cecilia	UNAM	maga@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X									
318	Cabral Cano Enrique	UNAM	ecabral@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X				X	X	X	X	X	
396	Calderón Macías Carlos	IMP	ccalderon@imp.mx	Pino, 8, Col. Lomas Quebradas	10000	México	Distrito Federal	México						X						
33	Calmus Thierry	UNAM	tcalmus@servidor.unam.mx	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México		X	X	X	X			X	X			
399	Camarillo Barranco Lucio	Sin Institución		Anaxágoras, 814, Col. Navvarte	3020	México	Distrito Federal	México						X						
143	Campa Uganda María Fernanda	UAEG	mfernanda@data.net.mx	Hda. Xajay, 426, Fracc. Hda. Echegaray	53300	Naucalpan	Estado de México	México	X	X	X	X								
347	Campos Emilano	UNAM	campossm@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X							
167	Campos Enríquez Oscar	UNAM	ocampos@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
214	Candela Pérez Julio	CICESE	jcandela@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X					X				
258	Cañón Tapia Edgardo	CICESE	ecanon@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X					X		
34	Carbajal Pérez Noel	IPICYT	noelc@ipicyt.edu.mx	Apdo. Postal No. 3-74	78231	Tangamanga	San Luis Potosí	México	X	X	X	X	X		X	X				
243	Carbonell Ramón	CSIC	rcarbonell@ija.csic.es	Lluís Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España	X											
36	Carcione José M.	OGS		P.O. Box 2011	34016	Opicina	Trieste	Italy		X										
165	Cárdenas Soto Martín	UNAM	martinc@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X				X		X					

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
395	Carranza Castañeda Oscar	UNAM	oscar@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México						X					
169	Carrasco Núñez Gerardo	UNAM	gerardoc@geociencias.unam.mx	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México	X			X							
168	Carreño Ana Luisa	UNAM	anacar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X		X							
310	Carrillo García Verónica Karina	CENAM	vcarrill@cenam.mx	Cerrada Heriberto Jara, 18, Fracc. V. Querétaro	76000	Querétaro	Querétaro	México			X								
510	Carvajal García María Antonia	UCOL	antony@uacol.mx	García Lorca, 69, Lomas Verdes	28017	Colima	Colima	México											X
438	Castillo Roman Jose	CUPD	jocaroman@hotmail.com	3 Sur, 303 Altos, Centro Historico	72000	Puebla	Puebla	México							X				
412	Castillo Romano Cervando	IMTA	cervando@tlaloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México					X						
284	Castrejón González Israel	UAEG		Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	40200	Taxco	Guerrero	México	X	X	X								
235	Castrejón Pineda Héctor Ricardo	UNAM	castrejo@sacbe.fi-a.unam.mx	10 Oeste, Manzana 33-Lote 6, Col. Isidro Fabela	14030	México	Distrito Federal	México	X		X	X							
31	Castro Escamilla Raúl	CICESE	raul@sismo.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
30	Castro Govea Renato	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X								
32	Castro Leyva Teresa	IMP	tcastro@agi-cdc.com.mx	Apdo. Postal No. 224	24101	Ciudad del Carmen	Campeche	México		X									
437	Castro Valdes Ruben	UABC	rubenc@uabc.mx		22830	Ensenada	Baja California	México							X				X
508	Cavazos Pérez María Tereza	CICESE	tcavazos@cicese.mx	Km. 107, Carretera Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México										X	
6	Centeno García Elena	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X		X				
35	Cerca Martínez Luis Mariano	UNAM	mcerca@geociencias.unam.mx	Km. 15.5 Carratera Qro-SLP, Campus Juriquilla	76001	Querétaro	Querétaro	México		X		X	X			X	X		X
37	Cervantes Duarte Rafael	IPN	rcervan@ipn.mx	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México						X	X				
458	Cervantes Pérez Juan	UV	jcervantes@uv.mx	Av. Lazaro Cardenas, 47, Hidalgo	91140	Xalapa	Veracruz	México								X			
391	Cervantes Sánchez Alfredo	UAT	alcervan@uamc.uat.mx	Matamoros entre 8 y 9, Zona Centro	87000	Ciudad Victoria	Tampico	México					X						
481	Chapa Guerrero José Rosbel	UANL	jochapa@ccr.dsi.uanl.mx	Carretera a Cerro Prieto, Km 8	67700	Linares	Nuevo León	México								X			X
285	Charre Meza Adolfo Salomé	IMP	acharre@yahoo.com	Av. Universidad, 12, Col. Petrolera	24180	Ciudad del Carmen	Campeche	México	X	X									
41	Chávez Cabello Gabriel	UANL	gachavez@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México				X					X		X
409	Chávez González Mario	UNAM	chavez@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					
43	Chávez Pérez Sergio	Sin Institución		Shetland, 348, Col. Cosmopolita	2670	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X	X	X			
158	Choumiline Evguine	IPN	eshumili@vmredipn.ipn.mx	Apdo. Postal No. 592	23000	La Paz	Baja California Sur	México			X	X	X						
272	Cifuentes Nava Gerardo	UNAM	gercifue@tonatih.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
336	Cisneros Stojanowski Gerardo	SILICON	gerardo@cray.com	Av. Vasco de Quiroga, 3000, Col. Santa Fé	1210	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X	X				
364	Concha Dimas Aline	UNAM		Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México				X	X		X	X			
523	Conde Alvarez Ana Cecilia	UNAM	conde@servidor.unam.mx	Cd. Universitaria, Circuito Interior, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
341	Contreras Pérez Juan	CICESE	juanco@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X								
394	Cordero Ángeles Edgar	UNAM	once25@yahoo.com	24 de Febrero, 6, Col. Polvora, Primera Sección	1100	México	Distrito Federal	México						X					
504	Cordero Tercero Ma. Guadalupe	UNAM	gcordero@tonatih.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
244	Córdoba Barba Diego	UCM	dcordoba@eucmos.sim.ucm.es	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España	X	X	X		X						
303	Corona Chávez Pedro	UMICH	pcorona@zeus.umich.mx	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México		X	X								
38	Corona Ruiz Martín	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México	X										
248	Correa Mora Francisco	UNAM	pancho@tonatih.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X							X			

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
333	Cortés Abel	UCOL	cortes@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México		X	X		X						
427	Cosío Castro Héctor Guillermo	Sin Institución	kraftwer@yahoo.com	Pal, Edificio 621-Depto. 301, Col. Turapan		La Paz	Baja California Sur	México						X					
519	Cosma Calin Gabriel	VIBROMETRIC	calin.cosma@vibrometric.com	372 Richmond St. W., Suite 119	M5V 1X6	Toronto	Ontario	Canada											X
452	Cossio Torres Tomás	UANL		Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México							X				
315	Cruz Atienza Víctor Manuel	FJBS	victor@ollin.igeofcu.unam.mx	5 de Mayo, 117, Col. Tepepan	16020	México	Distrito Federal	México			X	X							
39	Cruz Castillo Manuel	IMP	mcruz@imp.mx	Av. Volcán Ferdinandina, 92, Col. El Mirador	14449	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X			
450	Cruz Medina Isidro Roberto	ITSON		5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México							X				
371	Cruz Orozco Rodolfo	UABCS	rroca@balandra.uabcs.mx	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México				X							
163	Cuenca Julio César	UNAM	julio@gea.ingen.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X									
304	Cupul Magaña Amilcar Levi	UDG	amilcarc@pv.udg.mx	Av. Universidad de Guadalajara, 203, Deleg. Ixtapa	48280	Puerto Vallarta	Jalisco	México		X									
245	Dañoibeitia Juan José	CSIC	jjdanobeitia@ija.csic.es	Lluís Solé i Sabaris, SN	8028	Barcelona	Barcelona	España	X	X	X								
172	Davydova Belifskaya Valentina	UDG	vdavidov@udgserv.cencar.udg.mx	San Francisco 606-PH, 03100, Col. del Valle	3100	México	Distrito Federal	México	X				X			X			
45	De La Cruz Reyna Servando	UNAM	sdelacrr@geofisica.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X				X	X			
46	De León Gómez Héctor	UANL	hdeleon@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México				X							
418	De Mets Charles Dennis	UW	chuck@geology.wisc.edu	W. Dayton St., 1215	53706	Madison	Wisconsin	USA					X						
44	DeCserna Gómbos Zoltan	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X				
357	Del Río Jesús Antonio	UNAM	antonio@servidor.unam.mx	Apdo. Postal No. 34	62580	Temixco	Morelos	México			X	X							
49	Delgado Argote Luis Alberto	CICESE	ldelgado@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
47	Delgado Contreras Juan Antonio	CICESE	jdelgado@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X								
170	Delgado Granados Hugo	UNAM	hugo@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X		X		X			
305	Díaz Navarro Ricardo	IMP	rdiazn@imp.mx	Hda. Ajulupapan, 107, Fracc. Hda. Echegaray	53310	Nauclupan	Estado de México	México		X	X	X							
440	Díaz Viera Martín Alberto	UNAM	mdiaz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México							X				
205	Diego Orozco Arturo	IMP	adiego@imp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X							
50	Dominguez Reyes Tonatiuh	UCOL	tonatiuh@ucol.mx	Av. Universidad, 333		Colima	Colima	México			X		X	X		X			
468	Durand Manterola Héctor Javier	UNAM		Circuito Exterior, SN, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México							X	X			
48	Durazo Arvizu Reginaldo	UABC	rdurazo@faro.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X				
171	Dworak Robinson Juan A.	SEP	jdworak@cicese.mx	Km 4, Carret. a Varadero Nacional, Sector Playitas	85425	Guaymas	Sonora	México	X	X	X	X	X	X				X	X
252	Elias Herrera Mariano	UNAM	elias@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										
257	Escalona Alcázar Felipe de Jesús	GODEZAC	fescalona@hotmail.com	Av. México, 151, La Florida	98600	Guadalupe	Zacatecas	México				X	X		X				
173	Escobar Sánchez Alejandra	UANL		, Col. Fundadores	25015	Saltillo	Coahuila	México			X								
51	Esparza Hernández Francisco Javier	CICESE	fesparz@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X							
52	Espindola Castro Juan Manuel	UNAM	jme@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
53	Espinosa Cardaña Juan Manuel	CICESE	jespinos@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X			X				
55	Fabriol Beauville Hubert	BRGM	h.fabriol@brgm.fr	Avenue de Luminy, B.P. 167, 117	13278	Sin Ciudad	Marseille cedex 9	France	X			X							

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electrónico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
464	Farfán Molina Luis M	CICESE	farfane@cicese.mx	Miraflores, 334, La Paz	23050	México	Distrito Federal	México							X				
174	Farreras Sanz Salvador	CICESE	sfarrera@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
488	Fernández Heredia Avelina Idalmis	CENAI		Calle 10, 132-1/2 e/11 y A, Mariana de la Torre	90200	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba									X		
54	Ferrari Luca Pedraglio	UNAM	luca@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
85	Filonov Anatoly E.	UDG	afilonov@udg.serv.cencar.udg.mx	Río Autlan, 2180-34, Sector Atlas	44421	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X		X	X			X
59	Fletcher John Mackrain	CICESE	lfletcher@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X									
299	Flores Cruz Fernando	Sin Institución		Antonia Nava, S/N, Col. Carmen Serdán	4910	México	Distrito Federal	México	X										
362	Flores Estrella Hortencia	UNAM	flori@data.net.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México				X							
175	Flores Luna Carlos Francisco	CICESE	cflores@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X		X		X
375	Flores Maciel Roberto	UDG	romaciel@cucba.udg.mx	Cruz Verde, 594, Zona Centro	44200	Guadalajara	Jalisco	México					X	X			X		
130	Flores Saldaña Ricardo	IIE	rsf@p.iiie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México		X			X	X	X				
58	Frez Cárdenas José	CICESE	jdrez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X				
300	Fuentes Vargaz Carlos	UNAM	carlos@geociencias.unam.mx	Plaza del Carmen, 69, Col. Plazas del Sol, 2a. Sección	76090	Querétaro	Querétaro	México	X	X	X	X	X						
64	Galicia Pérez Marco Antonio	UCOL	galicia@volcan.ucol.mx	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	28200	Manzanillo	Colima	México	X	X	X	X	X			X			
255	Gallegos Cruz Apolonio	IPN		Te, 350, Col. Iztacalco	8400	México	Distrito Federal	México	X	X							X		
350	Garatuza Payan Jaime	ITSON	garatuza@yaqui.itson.mx	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México				X	X		X				
62	García Abdeslem Juan	CICESE	igarcia@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
63	García Arthur Rosalía Eugenia	CICESE	arthur@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X		X		
183	García Córdoba Joaquín Alberto	CICESE	joaquin@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X							X
377	García Cueto Rafael	UABC	rcueto@iing.mx.uabc.mx	Bld. Benito Juárez, S/N, Col. Insurgentes Este	21280	Mexicali	Baja California	México					X	X					
378	García Daniel	UANL		Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México					X						
181	García García Fernando	UNAM	ffgg@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
233	García Gutiérrez Alfonso	IIE	agarcia@iiie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México			X		X	X	X				
5	García López Ramón Victorino	UAS	rgarcia@uas.uasnet.mx	Galileo, 1175, Col. Villa Universidad	80010	Culiacán	Sinaloa	México					X	X		X			
423	García Puga José Luis	UDG	puga@pv.udg.mx	Apdo. Postal No. 96-B	48280	Vallarta	Jalisco	México						X					
520	García Reynoso José Agustín	UNAM	agustin@atmosfera.unam.mx	José Moran, 53-B401, San Miguel Chapultepec	11850	México	Distrito Federal	México											X
184	García y Barragán Juan Carlos	UNAM	jcarlosg@servidor.unam.mx	Luis Donaldo Colosio y Madrid, S/N, Campus UNISON	83000	Hermosillo	Sonora	México				X	X	X			X	X	
178	Garduño López René	UNAM	rene@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X			X	X		
61	Garduño Monroy Víctor Hugo	UMICH	vmonroy@zeus.umich.mx	Av. Rey Tariaturi, 374-D, Col. Villabella	58090	Morelia	Michoacan	México	X	X		X			X	X			
182	Garef Ziehl Federico	CICESE	fgaref@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X		X							
280	Garza Rocha Daniel	UANL	dagarza@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México			X								
334	Gavilanes Ruiz Juan Carlos	UCOL	gavilan@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México		X	X	X							
72	Gaviño Rodríguez Juan Heberto	UCOL	gavino@volcan.ucol.mx	Apdo. Postal No. 275, Zona Centro	28200	Manzanillo	Colima	México	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X
180	Gay García Carlos	UNAM	cgay@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X	X	X	X					
74	Glowacka Ewa	CICESE	glowacka@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X		X	
498	Godínez Orta Lucio	CICMAR	lorta@ipn.mx	Av. Instituto Politécnico Nacional, S/N	23096	La Paz	Baja California Sur	México									X		X
176	Gómez González Juan Martín	UNAM	gomez@geociencias.unam.mx	Apdo. Postal No. 1-742, Zona Centro	76001	Querétaro	Querétaro	México				X		X		X	X	X	X
369	Gómez López David Roberto	UV	dgomez@xal.megared.net.mx	Mendez Alcalde, 3, Col. Salud	91070	Xalapa	Veracruz	México				X	X		X				



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007		
73	Gómez Treviño Enrique	CICESE	egomez@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
67	Gómez Valdés José	CICESE	igomez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
292	González Fernández Antonio	CICESE	mindundi@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X							
68	González García José Javier	CICESE	javier@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X		X							X		
354	González Ibarra Alfonso	IMP	agibarra@imp.mx	Magdalena, 410-Depto. 303, Col. Del Valle	3100	México	Distrito Federal	México				X	X	X					X		
69	González León Carlos M.	UNAM	cmgleon@servidor.unam.mx	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México					X		X	X					
498	González Martínez Francisco Javier	UV		Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, s/n, Ciudad Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México											X		
471	González Matos O'Leary Fernando	CENAI	oleary@cenaic.ciges.inf.cu	Calle 17, 61 e/4 y 6, Reparto Vista Alegre	90400	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba								X	X				
60	González Morán Tomás	UNAM	tglez@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X										
400	González Navarro Juan Ignacio	CICESE	ignaci@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México						X							
70	González Pomposo Guillermo	BUAP	gugonzal@siu.buap.mx	Bld. Valsequillo y Circuito CU, S/N, Cd. Universitaria		Puebla	Puebla	México						X	X						
366	González Yajmovich Oscar	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X									
307	Gorsline Donn S.	USC	gorsline@earth.usc.edu	S. Vermont Ave. KAP-246, 3620	90089-2538	Los Ángeles	California	USA		X											
189	Grajales Nishimura Manuel	IMP	grajales@geologia.unam.mx	Tokio, 921-202-B, Col. Portales	3300	México	Distrito Federal	México	X	X											
250	Green Ruíz María de Jesús	ODU	mxgreen@odu.edu	Elkhorn Ave., 4600	23529	Norfolk	Virginia	USA	X	X		X	X	X							
415	Grijalva Noriega Francisco Javier	UNISON	grijalva@marina.geologia.uson.mx	Alejandro García, 522, Col. Jardines	83113	Hermosillo	Sonora	México					X		X				X		
438	Grimalky Volodymyr	INAOE	vgrim@inaoe.mx	Luis Enrique Erro, 1, Col. Santa María Tonantzintla	72000	Puebla	Puebla	México							X						
66	Guerrero García José C.	UNAM	josec@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X											
466	Guerrero Grajeda José	UNAM		Circuito Exterior, S/N, Ciudad Universitaria	4510	México	Distrito Federal	México								X					
65	Guerrero Guadarrama José Luis	CFE	geoexplo@mich1.telmx.net.mx	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México			X										
407	Guevara O. Enrique	CENAPRED	ego@cenapred.unam.mx	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México					X								
177	Gutiérrez de Velasco Guillermo	CICESE	ggutierr@cicese.mx	Miraflores entre Mulegá y La Paz, 334, Fracc. BellaVista	23050	La Paz	Baja California Sur	México				X									
479	Gutiérrez Martínez Carlos Antonio	CENAPRED	cgm@cenapred.unam.mx	Delfín Madrigal, 665, Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México								X					
179	Guzmán Speziale Marco	UNAM	marco@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México				X									
490	Guzzy Arredondo Gabriela Sara	UNAM	gguzzy@servidor.unam.mx	Meseta, 226-1, Del. Alvaro Obregón	1900	México	Distrito Federal	México													
461	Gzebennikov Alejandro	UAP	agzebe@felm.buap.mx	19 sur, 3504-11, Reforma Agua Azul	72430	Puebla	Puebla	México								X					
76	Helenes Escamilla Javier	CICESE	jhelenes@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X												
75	Herguera García Juan Carlos	CICESE	herguera@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
251	Hernández Bernal María del Sol	UNAM	msol@quetzalcoatl.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X							
259	Hernández Guerrero Joel	PEMEX	zyanya@hotmail.com	Av. Sitio Grande, 2000-Edif. 3, Piso 1, Fracc. Carrizal	86035	Villahermosa	Tabasco	México	X												
505	Hernández Quintero J. Esteban	UNAM	estebanh@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											X	
247	Hernández Treviño Teodoro	UNAM	tht@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X										X	X	
456	Hernández Walls Rafael	UABC	rwalls@uabc.mx	Km 103, Carret. Tijuana-Ensenada		Ensenada	Baja California	México							X						
343	Herrera Aztegui Luis Eduardo	UNAM	electron@altavista.com	Cerro Chinaco, 121, Col. Campestre Churubusco	4200	México	Distrito Federal	México				X									
306	Herrera Charles Roberto	IPN	charles@citedi.mx	Av. Del Parque, 1310, Col. Mesa de Otay	25510	Tijuana	Baja California	México		X											

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
484	Herrera Oliva Claudia Soledad	CICESE	cherrera@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México												
186	Herrera Revilla Ismael	UNAM	iherrera@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X				X	X	X	
188	Hinojosa Corona Alejandro	CICESE	alhino@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X			X						
187	Huerta López Carlos Isidro	CICESE	huerta@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X	X	X							
289	Hughes Simon	UNAM	shuhes@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
77	Huidobro González Adolfo	UNAM	lermo@inti.ingen.unam.mx	Av. México, 120, Col. Del Carmen	4100	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X				
78	Huizar Álvarez Rafael	UNAM	huizar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
432	Hurtado Artunduaga Angel David	UNAM	adhurtado@yahoo.com	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X					
331	Hutton Wallis	UNAM	wallis@geology.wisc.edu	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X							
474	Ibarra Serrano Atanacio	FRISCO	aibarra@grupofrisco.com.mx	Inglaterra, 1283, Fracc. Villafontana	21180	Mexicali	Baja California	México								X				
316	Iglesias Mendoza Arturo	FJBS	amg@tornado.com.mx	Siracusa, 130-Edif. 5 B-22, Col. Lomas Estrella	9890	México	Distrito Federal	México			X									
332	Israde Alcántara Isabel	UMICH	aisrade@zeus.umich.mx	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México		X										
80	Jacques Ayala César	UNAM	jacques@geologia.unam.mx	De la Rivera, 21	83288	Hermosillo	Sonora	México		X	X					X				
79	Jáuregui Ostos Ernesto	UNAM	ejos@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X								X	X		
82	Jiménez Illescas Angel R.	IPN	ajimenez@ipn9021.ipn.mx	Colegio Militar, 192, Col. Esterito	23020	La Paz	Baja California Sur	México	X											
81	Jiménez Jiménez Zenón	UNAM	zenon@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
442	Jimenez Romano Gerardo	CENAPRED	termica@cenapred.unam.mx	1a. Cda. De Acanto, Manzana 73-Lote 21, Col. Ampliación Miguel Hidalgo	14250	México	Distrito Federal	México						X						
340	Jiménez Sergio	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X									
349	Jödicke Hartmut	UNIMUNSTER	jodike@earth.uni.munster.de	Corrensstr, 24-D-48149	48149	Munster	Sin Estado	Germany				X	X							
411	Juárez Aguilar Luis	IMP	ljuarez@imp.mx	Talcolutla, Edificio 17-Depto. 12, Fracc. Las Brisas	24178	Ciudad del Carmen	Campeche	México					X							
482	Juárez Ramírez Zeferino	BUAP		5 Norte, 645, Centro	74200	Atlixco	Puebla	México								X				
190	Juárez Sánchez Faustino	UNAM	fino@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X										
90	Keller Torres Jaime	UNAM	keller@servidor.unam.mx	Fuente de la Juventud, 64, Fracc. Tecamachalco	53950	Naucalpan	Estado de México	México			X									
387	Kepiie Jhon Duncan	UNAM	duncan@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X							
138	Koshevaya Svetlana S.	INAOE	svetlana@tonali.inaoep.mx	Apdo. Postal No. 51	72000	Puebla	Puebla	México			X	X								
83	Kostoglodov Vladimir	UNAM	vladimir@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X				
438	Kotsarenko Anatoly	UNAM	kotsarenko@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México							X					
84	Kouzoub Nikolai	UANL	nkouzoub@ccr.dsi.uanl.mx	Pedro Noriega Sur, 569	67700	Linares	Nuevo León	México	X											
283	Kuraica Ogie	KINEMETRI CS	sales@kmi.com	Vista Avenue, 222	91107	Pasadena	California	USA	X		X	X	X							
454	Ladrón de Guevara María A.	SEP				Sin Ciudad	Sin Estado	Sin País								X				
40	Lara José Rubén	CICESE	rlara@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X									
261	Lares Reyes María Lucila	CICESE	llares@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X					X						
87	Lavín Peregrina Miguel Fernando	CICESE	mlavin@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X		X		X					
439	Leal Lupercio Juan Carlos	IMADES	jleal@cideson.mx	Reyes y Aguascalientes, S/N, Col. San Benito	83190	Hermosillo	Sonora	México								X				
216	Ledesma Vázquez Jorge	UABC	ledesma@bahia.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X					
193	Lermo Samaniego Javier Francisco	UNAM	lermo@inti.ingen.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X	X		X	X					



GEOS, Vol. 25, No. 3, 2006
Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
492	Lesage Philippe	UNAM	lesage@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X	
385	Lesser Luis E.	ASU	lesser@asu.edu	Arizona State University, P.O. Box 875306	85287-5306	Tempe	Arizona	USA				X	X							
443	Leyva Contreras Amando	UNAM				México	Distrito Federal	México							X		X			X
262	Lira Herrera Héctor	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México	X	X	X									
376	Lizarraga Celaya Carlos	UNISON	carlos@fisica.uson.mx	José M. Salvatierra, 33, Col. Los Arcos	83250	Hermosillo	Sonora	México				X	X	X						
338	Lluch Cota Daniel Bernardo	CIBNOR	dblluch@cibnor.mx	Apdo. Postal No. 128	23000	La Paz	Baja California Sur	México		X	X									
339	Lluch Cota Salvador Emilio	CIBNOR	slluch@cibnor.mx	Km 0.5, Carret. al Conchalito	23000	La Paz	Baja California Sur	México		X										
155	Lobato Sánchez René	IMTA	rlobato@tlaloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México		X					X					
414	López Dorcel Rubén	UASLP	rlopez@uaslp.mx	Av. Dr. Manuel Nava, 5, Zona Universitaria	78240	San Luis Potosí	San Luis Potosí	México					X							
301	López Loera Héctor	UNAM	lopezdes@col1.telmex.net.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X				X					
89	López Mariscal Juan Manuel	CICESE	malopez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X			X					X			
445	Lopez Martinez Cesar Honorio	CENAPRED		Av. Delfin Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4630	México	Distrito Federal	México							X					
308	López Martínez Juana	CIBNOR	jlopez@cibnor.mx	Retorno Mondorica, 2056, Col. Infonavit	23070	La Paz	Baja California Sur	México			X									
88	López Martínez Margarita	CICESE	marlopez@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X							
380	López Pineda Leobardo	CESUES	odranoel@yahoo.com	Ley Federal del Trabajo y Perimetral, S/N, Col. Apolo	83100	Hermosillo	Sonora	México					X	X						
191	Lozada Zumaeta Manuel	IMP	mlozada@imp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México	X											
269	Machain Castillo María Luisa	UNAM	machain@ola.icml.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X							
91	Macías Vázquez José Luis	UNAM	macias@tonatihu.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						X	
282	Magaña Rueda Víctor Orlando	UNAM	victormr@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
236	Makarov Vyacheslav G.	IPN	smakarov@redipn.ipn.mx	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México			X	X	X							
428	Malagón Montalvo Arturo	UDG	malagon_arturo@hotmail.com	La Paz, 63-Casa 51, Atemajac del Valle		Zapopan	Jalisco	México							X					
429	Maldonado Sánchez Guadalupe	UNAM	magmaldonado@hotmail.com	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México							X					
368	Malishewsky Peter G.	UNIV JENA	mail@geo.uni.jena.de	Burgweg, 11	7749	Germany	Germany	Germany				X	X							X
516	Manea Marina	CALTECH	marina@gps.caltech.edu	4200 E, California Blvd		Pasadena	California	USA												X
497	Manea Vlad	CALTECH		4200 E, California Blvd		Pasadena	California	USA											X	X
448	Marie Baur Juan Luis	REPSOL YPF	mariej@repslypf.com	Jaime Balmes, 8-701	11510	México	Distrito Federal	México							X					
102	Marinone Moschetto Silvio Guido L.	CICESE	marinone@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X					X						
93	Márquez Azúa Bertha	UDG	bmarquez@udg.serv.cencar.udg.mx	Maestros y Mariano Bárcena, S/N	44260	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X			X	
381	Márquez García Antonio Zoilo	UAM	azmg@xanum.uam.mx	Av. Purísima y Michoacán, S/N, Col. Vicentina	9340	México	Distrito Federal	México					X							
297	Márquez González Álvaro	UCM	alvaromg@eucmax.sim.ucm.es	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España	X	X										
164	Marshall Kyle Jeffrey	FANDM	i_marshall@fandm.edu	W. Chestnut St., 625	17604	Lancaster	Pennsylvania	USA			X									
293	Martín Atienza Beatriz	CICESE	batienza@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X		X					
2	Martín Barajas Arturo	CICESE	amartin@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X		X				X		
348	Martínez DíazdeLeón Asdrúbal	UABC	asdrubal@faro.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X								
194	Martínez García Mario	CIBNOR	mmartine@cibnor.mx	Km 1, Carret. San Juan de la Costa, Col. El Comitán	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
9	Martínez Gutiérrez Genaro	UABCS	martingg@uabcs.mx	Carret. Al Sur, Km 5.5	23080	La Paz	Baja California Sur	México					X							

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
373	Martínez Hernández Enrique	UNAM	emar@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
408	Martínez Noriega César	UABCS	martinez@uabcs.mx	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23080	La Paz	Baja California Sur	México						X					
422	Martínez Retana Silvia	UNISON		Bld. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X					
404	Martínez Reyes Juventino	UNAM		Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México						X					
92	Martínez Serrano Raymundo G.	UNAM	rms@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X						X	X			X
273	Martínez Zatarain Alejandro	UDG	amartine@udgserv.cencar.udg.mx	Av. Vallarta, 2602, Sector Juárez	44100	Guadalajara	Jalisco	México	X				X						
96	Martiny Kramer Bárbara	UNAM	martiny@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
367	Mascareño Gastelum Ramón Alejandro	UAS	alejandro_trami@hotmail.com	Las Lichis, 1839, Fracc. La Campiña	80060	Culiacán	Sinaloa	México				X							
287	Matthes Miguel	APASCO		Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X		X				
313	Mazariegos Alfaro Rubén Alberto	PANAM	rubenm@panam.edu	Pacific Ave., 810	78539	Edinburg	Texas	USA			X								
480	Medina Chena Alexandro	IE	medina@ecologia.edu.mx	Km 2.5, Carret. Ant Coatepec, 351	91070	Xalapa	Veracruz	México								X			
200	Mejía Trejo Adán	UABC	amejia@bahia.ens.uabc.mx	Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X										
97	Méndez Delgado Sostenes	UANL	somendez@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México	X	X	X	X				X	X		X
198	Mendieta Jiménez Francisco Javier	CICESE	jmendiet@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X		X						
509	Mendoza Domínguez Alberto	ITESM	mendoza.alberto@itesm.mx	Av. Eugenio Garza Sada, 2501	64849	Monterrey	Nuevo León	México										X	X
518	Mendoza Ortega Blanca Ema	UNAM	blanca@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
11	Mengelle López Jorge Jaime	IPN	se_vinculacion@hotmail.com	Av. Ticoman, 600, Col. San José Ticomán	7340	México	Distrito Federal	México					X						
274	Meulener Peña Angel R.	UDG	ameulene@udgserv.cencar.udg.mx	Av. Las Praderas, 320, Prados Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México		X									
57	Michaud Francois	UPMC	micho@ccrv.obs-vlfr.fr	La Darse B-P, 48	6230	Villefranche sur Mer	Paris	France	X										
94	Mikumo Kamura Takeshi	UNAM	mikumoto@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					
323	Milan Valdés Marcos	IPN	milan@mexico.com	Acueducto, 63, Col. Acueducto de Guadalupe	1120	México	Distrito Federal	México			X								
202	Miranda Ubaldo	IIE	umiranda@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México						X					
98	Mitre Salazar Luis Miguel	UNAM	lmitre@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X						
388	Molina Garza Roberto	UNAM	rmolina@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México					X	X		X	X		X
494	Molina Saucedo Edgardo	CCS		Av. de las Américas, 271 Norte		Culiacán	Sinaloa	México									X		
483	Montalvo Arrieta Juan Carlos	UANL	montalvo@fct.uanl.mx	Carretera a Cerro Prieto, Km 8, Ex Hacienda de Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México								X			X
99	Montesinos Silva Genaro	UGTO	genaros@dulcinea.ugto.mx	Apdo. Postal No. 311, Zona Centro	36500	Irapuato	Guanajuato	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
419	Montijo González Alejandra	UNISON	amontijo@geologia.uson.mx	Bld. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México					X						
196	Monzón César Octavio	UDG	monzon@cupei.udg.mx	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México		X	X	X	X	X	X				
195	Moraila V. Carlos Ramón	UAS	cmoraila@uas.uasnet.mx	Mutualismo, 1277, Fracc. Los Pinos	80120	Culiacán	Sinaloa	México						X	X	X			
203	Morales Blake Alejandro	UCOL	mblake@volcan.ucol.mx	Villa Florencia, 54, Fracc. Soleares	28869	Manzanillo	Colima	México			X								
197	Moran Zenteno Dante Jaime	UNAM	dante@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X					X	
101	Morandi Soana María Teresa	ULA	maria@ciens.ula.ve		5101	Mérida	Mérida	Venezuela	X	X	X	X	X						
455	Moreles Vázquez Miguel Ángel	CIMAT	moreles@ciemat.mx	Callejón Jalisco, S/N, Mineral de Valenciana	36240	Guanajuato	Guanajuato	México							X				
472	Moreno Toiran Bladimir	CENAI	bladimir@sssn.ciges.inf.cu	Calle 17, 61 e/4 y 6, Reparto Vista Alegre	90400	Santiago de Cuba	Santiago	Cuba								X	X		



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
270	Mortera Gutiérrez Carlos A.	UNAM	carlosm@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X		X	X		X		X		
406	Mouloud Bennami	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					
265	Moya Juan Carlos	UC	moya@creep.colorado.edu	30th, A1-24, 1300	80303	Boulder	Colorado	USA	X										
95	Munguía Orozco Luis	CICESE	lmunguia@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X								
302	Muñoz Diosdado Alejandro	IPN	amunoz@acei.upibii.ipn.mx	Valle del Po, 16, Col. Valle de Aragón	55280	Ecatepec	Estado de México	México			X	X	X						
328	Murillo Nava Janette	IPN		Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México					X						
486	Murillo Zapien Juan	TGN	tgnuelo@telnor.net	Alvaro Obregón, 1-1, Guadalupe Victoria	22370	Tijuana	Baja California	México										X	
199	Murrieta Hernández José Luis	UV	josel@dino.coacade.uv.mx	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México	X	X		X	X		X				
374	Nájera Garza Jesús	Sin Institución	jng1207@hotmail.com	Ventura Salazar, 334-2, Zona Centro	98000	Zacatecas	Zacatecas	México					X			X			
473	Narcía López Carlos	UNICACH	cnarcia@unicach.edu.mx	Av. Rosario, 546, Santa Ana	29090	Tuxtla Gutiérrez	Chiapas	México								X	X	X	
103	Natividad Baizabal Miguel Ángel	UV	natividad@dino.coacade.uv.mx	Apdo. Postal No. 278, Zona Centro	91000	Xalapa	Veracruz	México		X		X		X	X				
410	Nava de la Riva Julio César	GODEZAC		Rebote de Barbosa, 605, Zona Centro	98000	Zacatecas	Zacatecas	México						X					
104	Nava Pichardo Alejandro Fidencio	CICESE	fnava@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X				X
290	Nava Sánchez Enrique H.	IPN	enava@redipn.ipn.mx	Apdo. Postal No. 592	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X		X			X	X			
266	Nevárez Martínez Manuel Otilio	INP	nevarez@altavista.net	Bld. Las Plazas, 75, Fracc. Las Plazas	85430	Guaymas	Sonora	México			X								
416	Nieto Obregón Jorge	UNAM	nieto@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
105	Nieto Samaniego Ángel Francisco	UNAM	afns@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X		X	X	X					
312	Norzagaray Campos Mariano	IPN	mnorzaga@ipn.mx	Av. Ticomán, 600, Col. San José Ticomán		Culiacán	Sinaloa	México		X	X		X		X				
517	Novelo Casanova David A.	UNAM	dnovelo@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Delgación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México											X
106	Núñez Comú Francisco Javier	UDG	fcomu@vallarta.cuc.udg.mx	Apdo. Postal No. 96-B	48280	Vallarta	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
500	Núñez Peña Ernesto	UAZ				Zacatecas	Zacatecas	México										X	
370	Núñez Peralta Marco Antonio	UAM	manp@xanum.uam.mx	Apdo. Postal No. 55-534	9340	México	Distrito Federal	México				X	X						
108	Obeso Nieblas Maclovio	CICIMAR-IPN	mniebla@ipn.mx	Av. IPN, S/N, Playa Palo de Santa Rita	23096	La Paz	Baja California Sur	México					X	X	X		X		X
107	Ocampo Torres Francisco Javier	CICESE	ocampo@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X		X	X		X	X		X
204	Ochoa DelaTorre José Luis	CICESE	jchoa@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X	X	X			X	X		
206	Oda Noda Bertha	UNAM	oda@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X		X				
356	Osterreich Masuch Dirk	UANL	dmasuch@ccr.dsi.uanl.mx	Km 8, Carret. Linares-Cerro Prieto, Col. Hda. De Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México				X	X						
327	Oleshko Lutkova Klaudia	UNAM	olechko@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X								
420	Olivos Ortiz Aramis	UCOL		Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México						X					
465	Oropeza Rosales Fernando	IMTA	foropez@tlaloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México									X		
353	Oropeza Villalobos Beatriz	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X						
249	Orozco Esquivel María Teresa	UNAM	torozco@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X		X					
286	Orta Francisco	APASCO		Campos Eliseos, 345-Piso 16, Col. Polanco	11550	México	Distrito Federal	México	X	X	X								
417	Ortega Guerrero Beatriz	UNAM	bortega@geofisica.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México						X					

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
281	Ortega Guerrero Marcos Adrián	UNAM	maog@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México			X								
210	Ortega Rivera María Amabel	UNAM	amabel@geociencias.unam.mx	Carret. 57 QRO-SLP, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México			X	X		X					
478	Ortiz Aguilar José Luis	APASCO	onvaing@prodigy.net.mx	CALLE 12, 1870, FFCC	44440	Guadalajara	Jalisco	México								X			
326	Ortiz Alemán Carlos	FJBS	carloso@servidor.unam.mx	Carret. Al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padierna	14200	México	Distrito Federal	México		X	X	X		X					
126	Oskin Michael	CALTECH		N. Poema Place 201, 11507	91311	Chatsworth	California	USA						X					
359	Ostroumov Mikhail	UMICH	ostroum@zeus.umich.mx	Edificio U, Cd. Universitaria	58070	Morelia	Michoacan	México				X	X		X				
111	Pacheco Alvarado Francisco Javier	UNAM	javier@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X			
242	Padilla Arredondo Gustavo	CIBNOR	gpadilla@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85463	Guaymas	Sonora	México	X										
511	Padilla Hernández Roberto	UAT	rpadilla@uat.edu.mx	Centro Universitario, Tampico-Madero	87830	Tampico	Tamaulipas	México										X	
237	Pal Verma Jaiswal Mahendra	IIE	mahendra@iie.org.mx	Av. Reforma, 113, Col. Palmira	62490	Temixco	Morelos	México	X		X		X						
109	Palma Guzmán Sergio Hugo	CFE		Lic. Angel Compers, 65, Col. Dr. Miguel Silva	58120	Morelia	Michoacan	México		X									
110	Palma Pérez Oswaldo	CFE		El Greco, 5181, Col. Real Vallarta	45020	Zapopan	Jalisco	México		X									
398	Paniagua Quiroga Jesús Darío	UV		Loma del Estadio, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México						X					
115	Pavía López Edgar Gerardo	CICESE	epavia@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X							
118	Payero DeJesús Juan Silvestre	UASD	payero@ollin.igeofcu.unam.mx	Av. Alma Mater	1335	Santo Domingo	Santo Domingo	República Dominicana		X									X
116	Paz Moreno Francisco Abraham	UNISON	paz@marina.geologia.uson.mx	Apdo. Postal No. 847, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México	X	X	X	X							
524	Pech Pérez Andrés	IPN	andrespech@yahoo.com	Hornos, 1003, Santa Cruz Xoxocotlan		Oaxaca	Oaxaca	México											X
42	Padrín Aviles Sergio	CIBNOR	spedrin@cibnor.mx	Km 2.35, Camino al Tular, Estero de Bacochibampo	85463	Guaymas	Sonora	México	X			X							
159	Peláez Salvador Roberto	PEMEX	pelaez_fi_unam.@yahoo.com	, Manzana 72-Lote 1, Fracc. José M. Morelos, 5a. Sección	55070	Ecatepec	Estado de México	México			X	X	X						
446	Peña Alonso Tomás	ITCM	topeax@hotmail.com	Calle Sexta, 902, Col. Jardín 20 de Noviembre		Ciudad Madero	Tampico	México							X				
320	Peraza Vizcarra Ramón	UAS				Mazatlán	Sinaloa	México		X									
114	Pereyra Díaz Domitilo	UV	dpereyra@uv.mx	Circuito Gonzalo Aguirre Beltran, S/N, Zona Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México	X			X	X		X		X		
489	Pérez Brunius Paula	CICESE	brunius@cicese.mx	Km. 107, carr. Tijuana-Ensenada	225860	Ensenada	Baja California	México										X	
515	Pérez Campos Nahúm	UNAM		Ejido, 58, Misiones de la Noria	16010	México	Distrito Federal	México											X
463	Pérez Campos Xyoli	UNAM	xyolipc@gmail.com	Cd. Universitaria, Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México							X		X		X
207	Pérez de Tejada Héctor	UNAM	hector@ifuname.fisicaen.unam.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X	X	X	X					
209	Pérez Enríquez Román	UNAM	roman@geociencias.unam.mx	Carret. 57 QRO-SLP, Km 15.5, Juriquilla	76230	Querétaro	Querétaro	México		X		X	X		X		X		
425	Pérez Flores Marco Antonio	CICESE	mperez@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México										X	
254	Pérez García Ismael	UNAM	ismael@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X								
499	Pérez Peraza Jorge	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitar, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México										X	
112	Pérez Rocha Luis Eduardo	FJBS	perezrocha63@hotmail.com	Santa María, 214, Col. Malinalco		Azcapotzalco	Estado de México	México		X	X					X			
352	Pérez Sesma José Antonio A.	UV	pereyra@dino.coacade.uv.mx	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México				X	X				X		
113	Pérez Venzor José Antonio	UABCS	japerez@calafia.uabcs.mx	Km 5.5, Carret. al Sur, Zona Universitaria	23000	La Paz	Baja California Sur	México	X	X	X	X	X			X			
421	Pervago Evgueni	IMP		Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México							X				
146	Peterson Villalobos Héctor	LIBRA	libra@telnor.net	Priv. Ixtlahuatl, 100, Col. La Sierra	22170	Tijuana	Baja California	México	X	X		X							
506	Piedad Sánchez Noé	UAC	noe-piedad-sanchez@mail.uadec.mx	López Mateos, s/n	26800	Nueva Rosita	Coahuila	México											X
460	Plata Rosas Javier	UABC	jlplata@yahoo.com	Edificio 6C Dpto. 11 Vallarta, 500, Vallarta	48315	Puerto Vallarta	Jalisco	México										X	



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
117	Pola Simuta Cosme	UANL	cpola@csr.dci.uanl.mx	16 de Septiembre, 606 Poniente	67770	Linares	Nuevo León	México				X								
402	Posada Sánchez A.E.	BUAP		Bld. Valsequillo y Circuito CU, S/N, Cd. Universitaria		Puebla	Puebla	México					X	X						
495	Pretelín Canela Jacinto Enrique	UV		Circuito Gonzalo Aguirre Beltrán, s/n, Ciudad Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México											X	
291	Prieto Mendoza Jesús José	UABCS	jprieto@calafia.uabcs.mx	Retorno Mango, 1855, Col. Infonavit	23070	La Paz	Baja California Sur	México	X											
493	Quintanar Robles Luis	UNAM	luisq@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Delegación Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México										X		
397	Quintero Núñez Margarito	UABC		Av. Gran Lago de los Osos, 964, Col. Jardines del Lago, Primera Sección	21330	Mexicali	Baja California	México					X	X						
358	Ramírez Aguilar Isabel	CICESE	iramirez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X		X				X				
453	Ramírez Cruz Luis Cuauhtémoc	IMP				México	Distrito Federal	México							X					
294	Ramírez Hernández Jorge	UABC	iramirez@ing.mx.uabc.mx	P.O. Box 3439	92232	Calexico	California	USA	X	X	X	X			X	X				X
277	Ramírez Herrera María Teresa	CALSTATE LA	ramirez@csub.edu	Bellflower Boulevard, 1250	90840	Long Beach	California	USA		X	X	X								
491	Ramírez Luna Ángel	UNAM	rangel@geofisica.unam.mx	Cd. Universitaria, Circuitos Inst., Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México												X
220	Ramírez Ruiz Juan José	UCOL	ramirez@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México	X	X	X	X	X			X	X			
447	Ramírez Sánchez Elisa Leonor	CICESE	eramirez@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X	X				
121	Ramírez Trejo Ana Rosa	Sin Institución		Apdo. Postal No. 343	45920	Ajijic	Jalisco	México	X	X	X	X								
122	Ramírez Vázquez Carlos Ariel	UCOL	carlosr@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México	X											
434	Ramos H. Silvia	UCAC	silviamos@terra.com.mx	Rio de Cantela, 221, Fracc. Paraiso II	29019	Tuxtla Gutiérrez	Chiapas	México							X					
120	Ramos Jiménez Esteban	CENAPRED	erj@cenapred.unam.mx	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México			X									
309	Ramos Leal José Alfredo	IPICYT	jalfredo@ipicyt.edu.mx	Camino a la Presa San José, 2055, Lomas 4a Sección	78216	San Luis Potosí	San Luis Potosí	México		X										X
7	Ramos Martínez Jaime	IMP	jmartin@imp.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México					X							
119	Randall Roberts John	UGTO	randall@redes.imt.com.mx	Mineral de la Valenciana, 2, Col. Marfil	36250	Guanajuato	Guanajuato	México	X	X	X	X	X	X	X	X				
123	Rebollar Bustamante Cecilio Javier	CICESE	rebollar@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X		X	X	X		X		X			
449	Reyes Cortes Ignacio A.	UACH	ireyes@uach.mx	Tehuque, 6722, Karike	31140	Chihuahua	Chihuahua	México							X	X	X		X	
124	Reyes Dávila Gabriel Ángel	UCOL	gabrielr@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastián	28045	Colima	Colima	México	X	X	X	X	X	X						
344	Reyes Rodríguez de la Gala Jorge	CICESE	jreyes@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X								
346	Reyes Trujique Javier	UACAMP		Agustín Melgar, S/N		Campeche	Campeche	México				X								
260	Reyes Zamora César Alfonso	CICESE	reyesz@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X										
219	Rivera Rodríguez Jesús	UNAM	jriviera@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México					X							
329	Rocha Fernández José Luis	UV	abraxas@speedy.coacade.uv.mx	Altamirano, 99, Zona Centro	91000	Xalapa	Veracruz	México	X											
217	Rodríguez Castañeda José Luis	UNAM	jlrod@servidor.unam.mx	Misión de la Caborica, 14, Col. Bachoco	83148	Hermosillo	Sonora	México				X	X	X	X	X	X		X	X
215	Rodríguez Castillo Ramiro	UNAM	rrdz@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
258	Rodríguez González Miguel	UNAM	mrrod@gea.ingen.unam.mx	Río Bamba, 674, Col. Lindavista	70472	México	Distrito Federal	México		X	X			X			X			X
127	Rodríguez Ramírez Joel	CICESE	joel@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México		X	X									
433	Rodríguez Torres Rafael	UNISON		Ingenieros, 22, Fracc. Status	83210	Hermosillo	Sonora	México							X					X
314	Rodríguez Zuñiga José Luis	FJBS	sanz@mpsnet.com.mx	Carret. Al Ajusco, 203, Col. Héroes de Padlema	14200	México	Distrito Federal	México		X										
218	Roldán Quintana Jaime	UNAM	jaimer@servidor.unam.mx	Quinta Mayor, 133, Col. Las Quintas	83240	Hermosillo	Sonora	México					X	X	X	X			X	

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electronico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
413	Romero de la Cruz Oscar Mario	UNAM	oromero@geologia.unam.mx	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México						X						
246	Romero Pascual Mercedes	UCM	romero@eucmos.sim.ucm.es	Av. Complutense, S/N	28040	Madrid	Madrid	España	X											
514	Romero Vadillo Eleonora	UABCS	eromero@uabcs.mx	Ruiz Cortines, Esq. Olachea, S/N, El Centenario		La Paz	Baja California Sur	México												X
125	Romo Jones José Manuel	CICESE	jromo@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
213	Ronquillo Jarillo Gerardo	IMP	gerardo@orion.expl.IMP.mx	Eje Central Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepehuacán	7730	México	Distrito Federal	México	X		X			X						
268	Rosales Álvarez Julio	CFE		Km 26.5, Carret. Pascualitos-Pescadero, Cerro Prieto	21100	Mexicali	Baja California	México	X											
267	Rosales Grano Pedro	SEP		Km 4, Carret. a Varadero Nacional, Sector Playitas	85480	Guaymas	Sonora	México	X											
253	Rosas Helguera José	UDG	jrosas@quantum.ucting.udg.mx	Apdo. Postal No. 4-045, Sector Reforma	44840	Guadalajara	Jalisco	México	X		X	X	X	X	X					
322	Royo Ochoa Miguel	UACH	mroyoo_2000@yahoo.com	Priv. Altamirano, 3511, Col. Santo Niño	31320	Chihuahua	Chihuahua	México	X		X	X		X	X	X	X	X	X	
278	Rubio Culebras Eduardo	CSIC	erubio@ija.csic.es	Lluís Solé i Sabaris, S/N	8028	Barcelona	Barcelona	España	X											
401	Rueda Gaxiola Jaime	IPN		Golondrina, 53, Col. M. del Bosque	54500	Atizapán	Estado de México	México						X	X					
522	Ruiz Suarez Luis Gerardo	UNAM	ruizs@troposfera.atmosci.unam.mx	Cd. Universitaria, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México												
140	Sabina Ciscar Federico	UNAM	fjs@laxmym1.iimas.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
383	Sakai Ricardo K.	SUNY	sakai@asrc.cesim.albany.edu	Fuller Road, 251	12203	Albany	New York	USA					X							
212	Saldívar Medina Eric	UMICH	saldivar@zeus.umich.mx	Ganadería La Laguna, 38, Col. Jardines del Toreo		Morelia	Michoacan	México	X											
264	Salinas Prieto José Antonio	IMTA	jsalinas@taloc.imta.mx	Paseo Cuauhnahuac, 8532, Col. Progreso	62550	Jiutepec	Morelos	México			X									
458	Sánchez Andrés Raquel	ITSON	rsanchez@itson.mx	5 de Febrero, 818 Sur		Ciudad Obregón	Sonora	México												X
392	Sánchez Carrillo Salvador	ITSON	sscarril@itson.mx	5 de Febrero, 818 Sur, Zona Centro		Ciudad Obregón	Sonora	México					X			X				
325	Sánchez Gómez Rubén	UDG	rsanchez@ccip.udg.mx	Calzada del Obrero, 1503, Col. Federalismo	44350	Guadalajara	Jalisco	México		X				X	X					
128	Sánchez Monclú Alfredo	IMP	alfredo_sanchez@hotmail.com	Apdo. Postal No. 224	24101	Ciudad del Carmen	Campeche	México	X	X										
223	Sánchez Pérez Juan	CFE	jsanchez@cfе.gob.mx	Oklahoma, 85-Piso 4, Col. Napoles	3810	México	Distrito Federal	México				X								
129	Sánchez Zamora Osvaldo	UNAM	osvaldo@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X		X		X	X	X				
139	Santamaría Saldaña Dora Elva	CFE	sismo00@cfе.gob.mx	Zaragoza, 17, Col. Tulyahualco	16700	México	Distrito Federal	México	X											
227	Sarmiento López Citalli	IMP	csarmien@imp.mx	Calle 42, 28, Col. Tacubaya		Ciudad del Carmen	Campeche	México	X		X		X							
201	Sawada Munehisa	CENAPRED	sawada@cenapred.unam.mx	Av. Delfín Madrigal, 665, Col. Pedregal de Santo Domingo	4360	México	Distrito Federal	México			X									
131	Schaaf Peter	UNAM	pschaaf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X			X					
389	Schiller Friedrich	UNIJENA	mail@geo.uni-jena.de	#NAME?		Jena	Sin Estado	Germany					X							
382	Sekerzh Zenkovich Sergey	UDG	seker@ccip.udg.mx	Marcelino García Barragán y Olímpica, 1421	44421	Guadalajara	Jalisco	México					X							
469	Sheinbaum Pardo Julio	CICESE		Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México												X
337	Shultz David M.	NSSL	schultz@nssl.noaa.gov	Halley Circle, 1313	73069	Norman	Oklahoma	USA		X										
134	Silva García José Teodoro	IPN	tsilva@redipn.ipn.mx	Justo Sierra, 28		Jiquilpan	Michoacan	México		X	X	X	X	X		X				
1	Singh Shri Krishna	UNAM	krishna@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X							X
133	Skiba Yuri Nikolaevich	UNAM	skiba@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X	X									
224	Soler Arechalde Ana María	UNAM	anesoler@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X			X							
424	Solis Pichardo Gabriela	UNAM	gsolis@geofisica.unam.mx	Cerro Dos Conejos, 108, Col. Romero de Terreros	4310	México	Distrito Federal	México						X	X	X	X	X	X	X
135	Sosa Uscanga Ignacio	UV		Loma del Estadio, S/N, Cd. Universitaria	91000	Xalapa	Veracruz	México				X								



Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institucion	Correo electronico	Direccion	C. P.	Ciudad	Estado	Pais	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
363	Sotelo Parra Anselmo	GEM		8 Norte, Manzana 262-Lote 11, Col. Los Robles	62500	Jiutepec	Morelos	México				X								
431	Spelz Madero Ronald	CICESE	rspelz67@msn.com	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México						X	X					
365	Staines Urías Francisca	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México				X								
136	Steinich Birgit	UNAM	birgit@geociencias.unam.mx	Campus Juriquilla, S/N, Dom. Conocido	76230	Juriquilla	Querétaro	México	X	X	X	X	X							
228	Stock Joanne M.	CALTECH	jstock@gps.caltech.edu	Shakespeare Drive, 2824	91108	San Marino	California	USA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
276	Suárez Arriaga Mario César	UNAM	msuarez@zeuz.ccu.umich.mx	Patzimba, 438, Col. Vistabella	58090	Morelia	Michoacan	México	X			X								
132	Suárez Plascencia Carlos	UDG	csuarez@udgserv.cencar.udg.mx	Kilimanjaro, 1727, Sector Independencia	44240	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X
225	Suárez Reynoso Gerardo	UNAM	gerardo@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
137	Suárez Vidal Francisco	CICESE	fsuarez@pangea.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X			X	X	X		X				
222	Suter Cargnelutti Max	UNAM	sutermax@aol.com	Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México	X											
430	Szynkaruk Ewa	UNAM	ews@uaemex.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México							X					
231	Talavera Mendoza Oscar	UAEG		Ex-Hacienda de San Juan Bautista, Taxco El Viejo	40200	Taxco	Guerrero	México			X									
319	Tapia Armenta Juan	IPN	jtipaia@citedi.mx	Av. Del Parque, 1310, Col. Mesa de Otay	22510	Tijuana	Baja California	México		X										
145	Taran Yuri	UNAM	taran@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X		X	X								
141	Tejeda Martínez Adalberto	UV	atejeda@uv.mx	Zona Universitaria, S/N, Cd. Universitaria	91090	Xalapa	Veracruz	México				X	X	X				X		
330	Télles Duarte Miguel Ángel	UABC		Km 106, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México			X									
142	Tereshchenko Irina E.	UDG	itereshc@ccip.udg.mx	Río Autlán, 2180-34, Sector Atlas	44421	Guadalajara	Jalisco	México	X	X	X	X	X		X	X				X
230	Tolson Jones Gustavo	UNAM	tolson@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X		X				X		
144	Torres Hernández José Ramón	UASLP		Av. Dr. Manuel Nava, 5, Zona Universitaria	78240	Potosí	San Luis Potosí	México				X	X	X	X					
263	Torres Orozco Ernesto	UCOL	etorres@cgic.ucol.mx	Constitución, 37, Col. Morelos	28217	Manzanillo	Colima	México	X	X	X									
228	Trasviña Castro Armando	CICESE	trasvi@cicese.mx	Miraflores entre Mulegá y La Paz, 334, Fracc. BellaVista	23050	La Paz	Baja California Sur	México	X	X			X			X				
386	Ulacco Humberto	UASL		Chacabuco, 917-5700		San Luis	San Luis	Argentina				X	X							
271	Urrutia Fucugauchi Jaime	UNAM	juf@tonatiuh.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X			X	X				X	X	
355	Vai Rossana	IMP		Eje Cantrel Lázaro Cárdenas, 152, Col. San Bartolo Atepetuacán	7730	México	Distrito Federal	México				X								
241	Valdés González Carlos	UNAM	carlos@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México			X		X		X		X			
393	Valencia Moreno Martín Andres	UNAM		Apdo. Postal No. 1039, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México					X					X		
86	Valenzuela Wong Raúl	UNAM	raul@ollin.igeofcu.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
229	Valle Levinson Arnoldo	ODU	arnoldo@ccpo.odu.edu	52nd St., 768	23529	Norfolk	Virginia	USA			X									
503	Vázquez Becerra G. Esteban	OSU	esteban_99@yahoo.com	2418 Indianola Ave.	43202	Columbus, OH	Ohio	USA												X
147	Vázquez González Rogelio	CICESE	rvazquez@geofisica.cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X			X				
311	Vázquez Jaimes María Elena	ENVIRON	evazquez@environcorp.com	Wishire Boulevard, Suite 4950, 707	90017	Los Ángeles	California	USA		X	X									
335	Vega Granillo Ricardo	UNISON	rickvega@geologia.uson.mx	Bld. Transversal y Rosales, S/N, Zona Centro	83000	Hermosillo	Sonora	México		X										
238	Velasco Clímato Néctor	IMP	nvelasco@imp.mx	Calle 42, 28, Col. Tacubaya		Ciudad del Carmen	Campeche	México	X											
521	Velasco Víctor Manuel	UNAM	vmv@geofisica.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Deleg. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México												X
239	Venegas Salgado Saúl	CFE	cfeinf@mail.giga.com	Alejandro Volta, 655, Col. Electricistas	58290	Morelia	Michoacan	México			X									
342	Vera Sánchez Jorge Ramón	PEMEX		Isidoro Olvera, 26, Col. Presidente Ejidal	440	México	Distrito Federal	México				X								

Unión Geofísica Mexicana A.C. 2007 - Miembros 2007

Miembro	Nombre	Institución	Correo electrónico	Dirección	C. P.	Ciudad	Estado	País	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
502	Victor Ramón Vargas Gutiérrez	UNISON	volcanovictor@hotmail.com	Ignacio Hernández, 152-A, Jesús García	83140	Hermosillo	Sonora	México										X		
100	Victoria Morales Alfredo	UNAM	victoria@servidor.unam.mx	Luis Martínez del Campo, 39, Col. Romero de Terreros	4310	México	Distrito Federal	México	X			X	X		X					
234	Vidal Villegas Antonio	CICESE	vidalv@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
240	Villanueva Urrutia Elba Elsa	UNAM	eevu@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X	X					X					
279	Villegas García César José	SCINTREX	cvillega@intercable.net	Sierra Nevada, 207, Col. Villas del Valle	66288	Garza García	Nuevo León	México	X				X	X		X				
148	Vilcaña Cruz Francisco Javier	UNAM		Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México	X											
345	Watts Christopher	IMADES		Reyes y Aguascalientes, S/N, Col. San Benito	83190	Hermosillo	Sonora	México			X	X		X	X					
451	Weber Bodo	CICESE	bweber@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México							X					
149	Wong Ortega Victor Manuel	CICESE	vwong@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
188	Yussim Guarneros Sergio	UNAM	yussim@servidor.unam.mx	Atotonilco, 88, Col. San Felipe de Jesús	7510	México	Distrito Federal	México	X	X	X	X	X							
501	Yutisis Vsevolod	UANL	vyutisis@ccr.dsi.uanl.mx	Carr. a Cerro Prieto, Km. 8, Ex-Hacienda de Guadalupe	67700	Linares	Nuevo León	México								X	X			
151	Zárate DelValle Pedro F.	UDG	pzarate@quantum.ucting.udg.mx	Isla Sombrero, 2917, Col. Jardines de la Cruz	44950	Guadalajara	Jalisco	México	X	X		X	X		X	X				
321	Zárate Vázquez María	UNAM	mariaz@servidor.unam.mx	Circuito Exterior, Cd. Universitaria, Col. Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X										
56	Zavala Hidalgo Jorge	UNAM	jzavala@atmosfera.unam.mx	Circuito Exterior, Coyoacán	4510	México	Distrito Federal	México		X						X				
295	Zavala Sanson Luis	CICESE	lzavala@cicese.mx	Km 107, Carret. Tijuana-Ensenada	22860	Ensenada	Baja California	México						X						X
150	Zobin Vyacheslav M.	UCOL	vzobin@cgic.ucol.mx	Av. 25 de Julio, 965, Col. Villas San Sebastian	28045	Colima	Colima	México	X	X	X	X		X	X	X		X		
211	Zuñiga Davila-Madrid F. Ramón	UNAM	ramon@geociencias.unam.mx	Tanganitos, 1	36000	Guanajuato	Guanajuato	México						X						



Política Editorial

GEOS es el boletín informativo de la Unión Geofísica Mexicana, contiene artículos de investigación originales así como artículos de divulgación y notas cortas sobre aspectos relevantes para la difusión de la actividad científica, tecnológica y docente en las ciencias de la Tierra, así como noticias de interés para los miembros de la UGM; se publican tres números en el año tanto en forma impresa como electrónica.

Los artículos de investigación publicados en **GEOS** deben ser **originales** son **arbitrados** por al menos dos expertos en el tema; mientras que los trabajos de divulgación son arbitrados por un especialista en el tema. Los editores se reservan el derecho decidir sobre la publicación de notas o reportes.

Son particularmente bienvenidas todas aquellas contribuciones que coadyuven a la difusión y a la enseñanza de las ciencias de la Tierra.

Una vez concluido el proceso de arbitraje, el manuscrito será devuelto al primer autor con los comentarios de los árbitros y del editor. El manuscrito corregido en forma final será editado por el editor técnico de **GEOS** para su publicación impresa y electrónica. El autor principal tendrá oportunidad de revisar la versión final de su trabajo antes de publicarlo en la página WEB de la UGM (www.ugm.org.mx).

Cualquier cambio a la política editorial de **GEOS** se publicará en el primer número de cada volumen.

Instrucciones para los autores

Publicar en **GEOS** es gratuito, todos los manuscritos deberán enviarse en forma electrónica a cualquiera de los editores principales:

Luis Alberto Delgado Argote (CICESE)
ldelgado@cicese.mx

Modesto Ortiz Figueroa (UGM)
ortizf@cicese.mx

PREPARACIÓN DE TEXTO:

Podemos procesar manuscritos en formato **WORD**, texto ASCII o **LaTex**. Se recomienda que los manuscritos no excedan 12 páginas en el formato de la revista (una página contiene aproximadamente 900 palabras).

PREPARACIÓN DE FIGURAS E ILUSTRACIONES:

Las ilustraciones y figuras se pueden enviar en cualquiera de los siguientes formatos: **TIF, EPS, PS, DXF, DWG, PDF, JPG** o **WMF**; y **deben enviarse en archivos individuales y separados del texto**.

La publicación de **figuras a color** en la versión impresa de **GEOS** no es posible por ahora, sin embargo la versión electrónica puede contener ilustraciones a todo color, se recomienda a los autores preparar sus figuras pensando en ambas ediciones.

SECCIONES

Con excepción de las notas, todas las contribuciones deberán incluir: título, resumen (en español y en inglés), introducción, una sección de métodos, una sección de resultados, una sección de discusión o conclusiones y una sección de referencias bibliográficas.

RESUMEN

El resumen no deberá exceder 350 palabras. Al prepararlo haga énfasis en los objetivos de la investigación, los resultados más importantes y las conclusiones alcanzadas. En el resumen no deben aparecer citas bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

La introducción deberá destacar la relevancia del problema e incluir una revisión adecuada de

publicaciones antecedentes sobre el tema. El objetivo de la introducción es enmarcar el problema dentro del estado general del conocimiento en el área que le corresponde, destacar la contribución del trabajo y motivar la lectura del artículo completo.

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el trabajo deberá ser descrita con suficiente detalle para que otros miembros de la comunidad puedan comprenderla, pero al mismo tiempo, debe ser sencilla para que un lector inexperto pueda comprender las ideas fundamentales. Los desarrollos demasiado detallados, pero necesarios, deben diferirse a una sección apéndice.

RESULTADOS

Usualmente, los resultados de la aplicación de cualquier metodología pueden presentarse en forma de tablas o figuras. Evite redundancias mediante una adecuada selección de sus resultados. Los pies de figura deberán ser lo suficientemente explicativos para resaltar la importancia de lo que se ilustra sin necesidad de acudir al texto.

DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

En esta sección se deben discutir las implicaciones de los resultados, su concordancia o divergencia con hipótesis anteriores, construir nuevas hipótesis derivadas de ellos, discutir sus aplicaciones prácticas y posibles limitaciones.

REFERENCIAS

Todas las referencias deberán estar agrupadas en orden alfabético por apellido del primer autor. Si un autor es citado más de una vez el mismo año, utilice el sufijo, a, b, etc. para distinguir el trabajo. Aquellos manuscritos que no estén en publicados (aceptados o en prensa) no deberán incluirse en las referencias. Los artículos de divulgación podrán agregar una sección de referencias recomendadas.

FORMATO PARA CITAS

Para cada autor o coautor, escriba con mayúscula únicamente la primera letra del apellido y

después las iniciales. Utilice letras mayúsculas sólo en la primera letra del título y para los nombres propios. Incluya el nombre completo de la revista o editorial que la publicó, volumen y páginas. Por ejemplo:

- Alvarez-Borrego, S., 1996, Satellite derived photosynthetic pigment surveys: A review of marine phytoplankton biomass and productivity, *Geofísica Internacional*, v. 35, p. 51-61.
- Lomnitz, C., 1995, Diez años después: Una reinterpretación de la catástrofe de 1985. En: F. Medina-Martínez, L. A. Delgado-Argote y G. Suárez-Reynoso, editores, La Sismología en México: 10 años después del temblor de Michoacán del 19 de Septiembre de 1985 (M=8.1), Unión Geofísica Mexicana, *Monografía No. 2*, p. 61-67.
- Ripa, P., y Velázquez, G., 1993, Modelo unidimensional de la marea en el Golfo de California, *Geofísica Internacional*, v. 32, p. 41-56.
- Sánchez-Sesma, F.J., and Luzón, F., 1994, Seismic response of three-dimensional alluvial valleys for incident P, S, and Rayleigh waves, *Bulletin of the Seismological Society of America*, v. 85, p. 269-284.
- Winkler, H.G.F., 1967, Petrogenesis of metamorphic rocks, 2nd Ed., Springer-Verlag, New York, 237 pp.

UNIDADES

Con algunas excepciones, todas las unidades físicas deberán expresarse en el Sistema Internacional de unidades (SI). Las siguientes excepciones son aceptables:

densidad en g/cm^3
presión en bar

EXPRESIONES MATEMÁTICAS

Escriba sus ecuaciones en la forma más simple posible, utilizando signos de puntuación. Utilice itálicas para todos los símbolos, exceptuando las letras griegas. Vectores y matrices se escribirán con negrillas. Numere en forma consecutiva y entre paréntesis todas las ecuaciones que aparezcan en el texto.

$$g(r) = g_0 \frac{r(r_0)}{|r - r_0|^2} dr_0^3$$

Recordamos a todos los miembros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.
que la cuota es de \$400.00 para investigadores
y \$300.00 para estudiantes.

página internet: www.ugm.org.mx

Con un cordial saludo

Luis A. Delgado Argote y Modesto Ortiz Figueroa
Editores

Costo anual de anuncios en GEOS

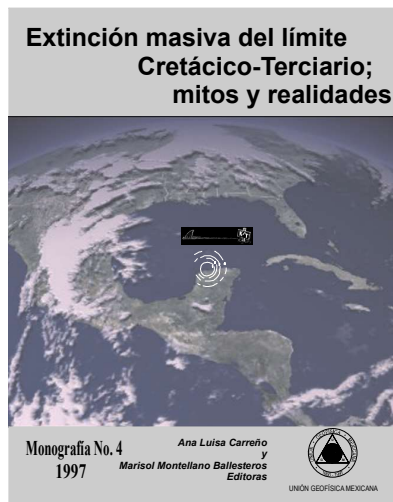
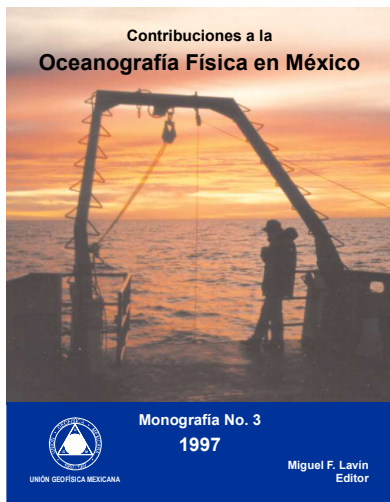
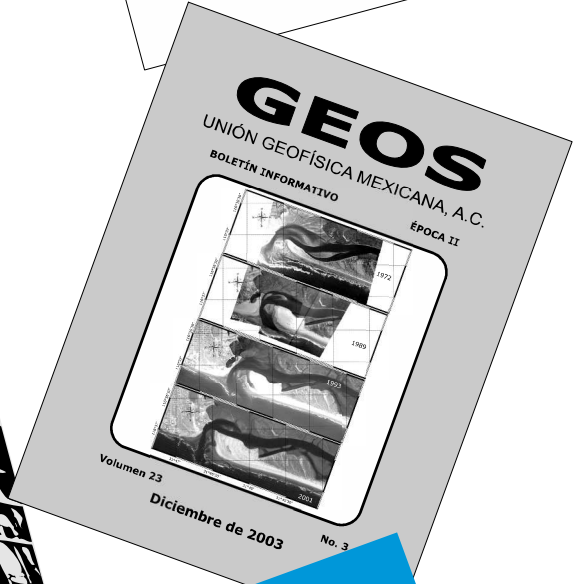
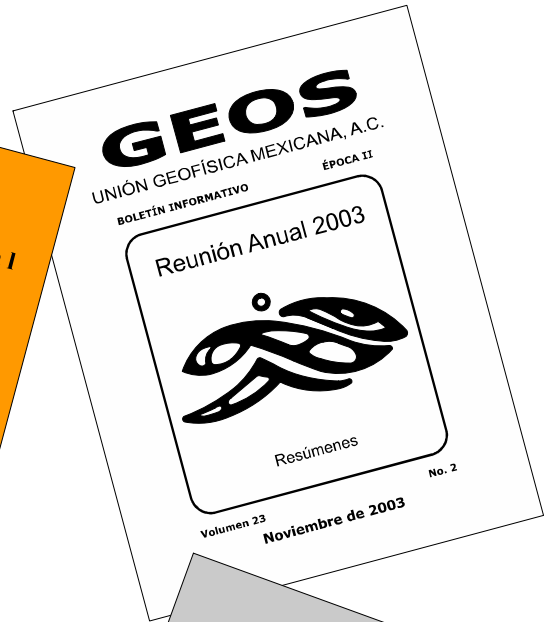
Instituciones:	Comerciales y Gubernamentales	Académicas
Página completa	\$4,000.00	\$2,000.00
Media página	\$2,000.00	\$1,000.00

GEOS

Información con:

Ivonne Pedrín Morales
División de Ciencias de la Tierra
Tel: 01(646)174-5050
Ext: 26004
Correo electrónico: ipedrin@cicese.mx





Tus trabajos de investigación y divulgación tienen cabida en estos foros de la Unión Geofísica Mexicana, A.C.